

第二节 磨石磨木浆

一、概 述

磨石磨木浆是将已经剥皮并锯断成一定长度的木段压在旋转的和被不断喷着水的圆筒型磨石面上磨成浆的。木段放在与磨面旋转方向成直角,与磨石主轴相平行的位置上。磨木过程的基本步骤是从木材分离出纤维,又在复磨中扩大纤维面积和切断纤维。

磨木浆的单位产量、质量和消耗受多种因素制约;除木材本身因素如材种,树龄,水份、腐朽程度和砍伐后存放时间长短等影响较大外,磨木机型式,磨石表面结构,刻石条件,磨石线速,磨木速度,输入功率,磨木压力,喷水温度,数量和 pH 值等也都是重要因素。

磨石磨木浆工业化生产已有一百多年历史,至今在机械浆中仍占着重要地位。近 20 多年来温控磨木、压力磨木和超压力磨木等新工艺和新设备相继出现,使磨木工艺控制在较佳条件下,既保持电耗较低的优点,又使磨木浆质量得到进一步提高。

二、磨 木 理 论

(一) Klemm 磨木理论的局限性

50 年代初期,德国人 Klemm 在总结前人经验的基础上提出磨木的摩擦理论。他把磨木过程分为初级过程和次级过程,而初级过程又分为预备阶段和开始阶段。在磨木的初级过程的预备阶

段,由摩擦而产生的热使木材结构软化,主要是胞间层木素的软化,使纤维间的结合松弛。接着进入开始阶段。这时磨石表面的磨粒把软化了的木材切割、撕裂,剥离成纤维或纤维束。次级过程是使初级过程产生的纤维和纤维束在磨木区加以进一步精磨和复磨。

根据这一概念, Klemm 提出了用以衡量磨木过程的三个指标,即开始磨木时间,开始磨木因子和次级磨碎因子:

① 开始磨木时间 指磨石表面某一点(磨粒)进出磨木区所需时间。他认为开始磨木时间以 50~60ms 为宜。时间短了,即磨石线速度太大,磨木作用时间短,不足以软化木素,因此,磨出的浆质量不好。

② 开始磨木因子 指在初级磨木时间内磨木进料速度与木材纤维平均直径之比。他认为开始磨木因子以接近于 1 较好,这样磨出的浆含有较多完整的纤维。开始磨木因子太大,则浆料中纤维束多,太小则细小纤维和粉状物多。

③ 次级磨碎因子 是指在初级磨木时间内木材进料的容积和磨石沟槽总容积之比。他认为次级磨碎因子以 7~10 较好,小了产量低,太大则复磨多。

在当时的生产条件下,这一理论比较全面地解释了磨木的全过程,因此,在很长的一段时间里为人们所接受。

但是,随着生产的发展,新设计制造的磨木机的磨石线速和单机能力不断提高,且磨出的磨木浆质量,并没有因为开始磨木时间,开始磨木因子和次级磨碎因子大大超过 Klemm 提出的标准界限而下降,说明这种以摩擦为基础的磨木理论有很大的局限性。

(二) 近代磨木理论的发展

60 年代, Attack 和 May 根据一系列的试验提出磨木的压力脉冲理论。认为在磨木时石面的凸处,即磨粒通过木材的某一点

时，这表面压力就造成一次压力脉冲，大量的磨粒在木材表面迅速通过，产生了频率很高的压力脉冲，这样，磨木时能量除了以摩擦能的形式传到木材以外，还有是以脉冲的形式传给木材。木材有一定弹性，能吸收或贮存能量，因此，这压力脉冲的机械能量就部分地被木材吸收而转化为热能。木材受热之后，结构开始软化，塑性增加，吸收脉冲的能力更大，温度进一步升高，结构更加软化，如此循环反复，直至木材结构软化到在这个压力下木材表面破裂为止。

木素的软化点比纤维低得多，当木材水分 30~40% 时，木素的软化点为 90~100℃，而纤维的软化点则高达 231~253℃。胞间层的木素最多，因此，在磨木时，当切向应力大到使木材破裂之前，如果温度足够高时，纤维就从胞间层分离出来；相反地，如果这时木材表面的温度还不足以使木素充分软化，而摩擦力已经大到使木材破裂的程度，则木材的结构将在任何地方破裂，生成碎片、碎块和粉状的细小纤维。

这一理论表明，磨木时切向摩擦力和径向压力脉冲的比例是一关键因素，可以由木材所受的压力和木材与石面之间的摩擦系数来控制。

这一理论较好地解释了用 Klemm 理论所不能解释的近代磨木浆生产的一些现象，从而促进了磨木技术的发展。

在磨木区，由于温度很高，木材中的水分和被磨石带入的水迅速蒸发沸腾，使木材表面出现爆炸性分裂，而生成许多纤维束。若用压缩空气使磨木区形成一定的压力，这样，由于沸点上升，可使纤维分离过程变得比较缓和。根据这一观点，在 70 年代后期又出现了压力磨木这一新的磨木方法。

图 7-2-1 以粗略比例绘制磨石表面上的磨粒在针叶木材上通过时瞬间横断面理想图像。

其他磨木机理将在以后的磨石刻石部分讨论。

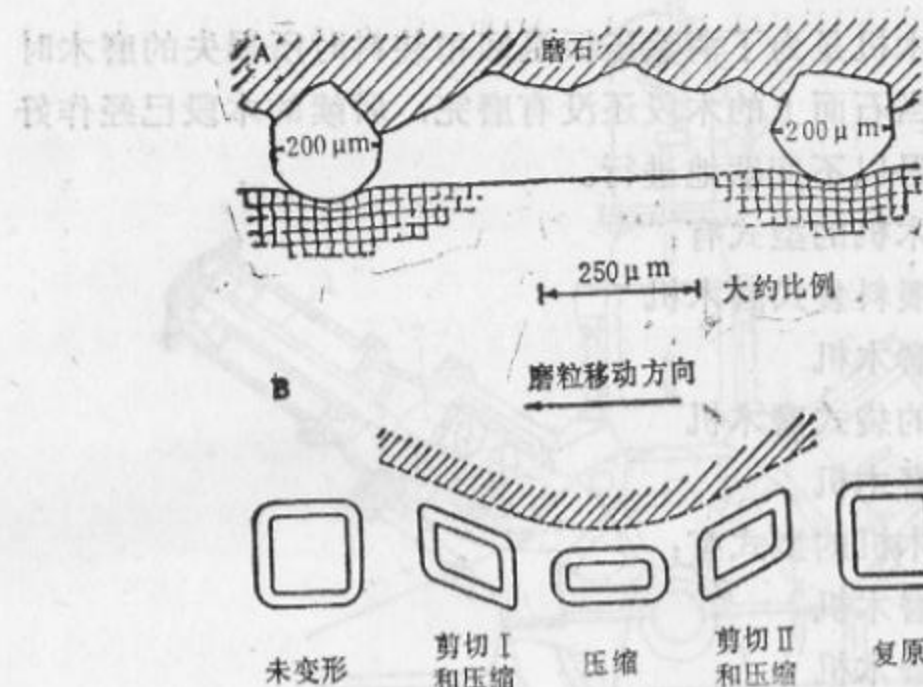


图 7-2-1 磨粒在针叶木材上瞬间横断面理想图像

- A. 理想磨木区状况。在正常压力下、磨粒曲率半径 100μm 时所造成的木材表面变形在 25 至 50μm 之间。磨粒的平均距离约 625μm。木材和磨粒接触面间有一薄水层隔离。
- B. 当磨粒通过时，纤维（沿其长度的一部分）发生周期性复杂变形横断面的情况。这变形包含反复剪切和压缩，导致发热，细胞间质成分软化和细胞壁疲劳断裂。

三、磨木机的型式

磨木机主要由磨石、送木段进磨木机的喂料装置、将木段加压于石面的机械装置、浆的移送装置和刻石装置等五个部分所组成。磨木机分为间歇式和连续式两大类。

最初间歇式磨木机由围绕在磨石机架上的袋所组成。木段用人工装到每个袋里去。初期加压木段的方法各不相同。以后全部使用水压缸通过活塞和压板推动。一次加压结束，人工释放压力，待压板退回，再用人工装料，然后关闭袋门，再行加压。多年来，这些基本程序没有变化，只是自动化程度提高、装备能力增大而已。

连续式磨木机是为了消除压板退回和装料时所损失的磨木时间而发展的。当石面上的木段还没有磨完，后续の木段已经作好准备，使磨木得以不间断地进行。

间歇式磨木机的型式有：

人工喂料袋式磨木机

库式磨木机

改良的袋式磨木机

压力磨木机

连续式磨木机的型式有：

链式磨木机

环式磨木机

连续袋式磨木机

连续螺杆式磨木机

连续压力臂式磨木机

温控磨木机

木片磨木机

(一) 人工喂料袋式磨木机

人工喂料袋式磨木机由 Voelter 开发，1866 年进入北美，有 3~5 袋安装在磨石周围机架上。图 7-2-2 为 3 袋式磨木机。用人工装料，通过水力活塞 1 和压板 2 加压木段于磨石 3 上。浆流入磨石下的浆坑 4，磨石一部分浸入浆内，起清洁和冷却磨石的作用。浆的质量可通过调整水压加以控制。这一型式磨木机使用的木段长度为 61、81 或 122cm，台日产量 6~20t，磨石转速 200~250r/min，磨石直径为 1370mm。

4 袋式磨木机通常保持 3 个袋在磨木，1 袋装料备用，当其中一袋磨完时，备用袋即投入磨木。

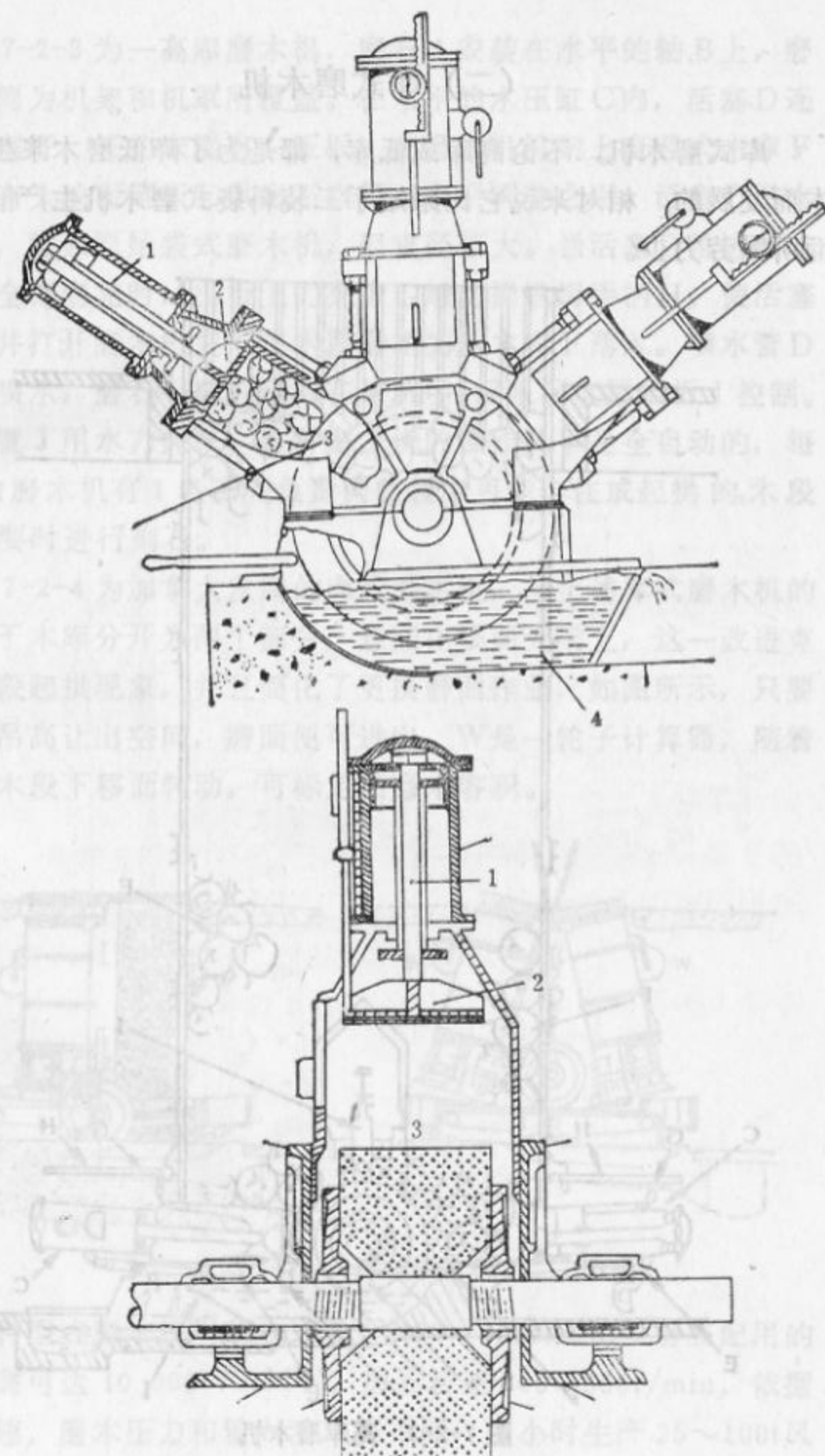


图 7-2-2 3袋式磨木机

(二) 库式磨木机

库式磨木机，不论高库或低库，都是为了降低磨木浆生产成本而发展的，相对来说它比原始手工装料袋式磨木机生产能力大而所需劳力少。

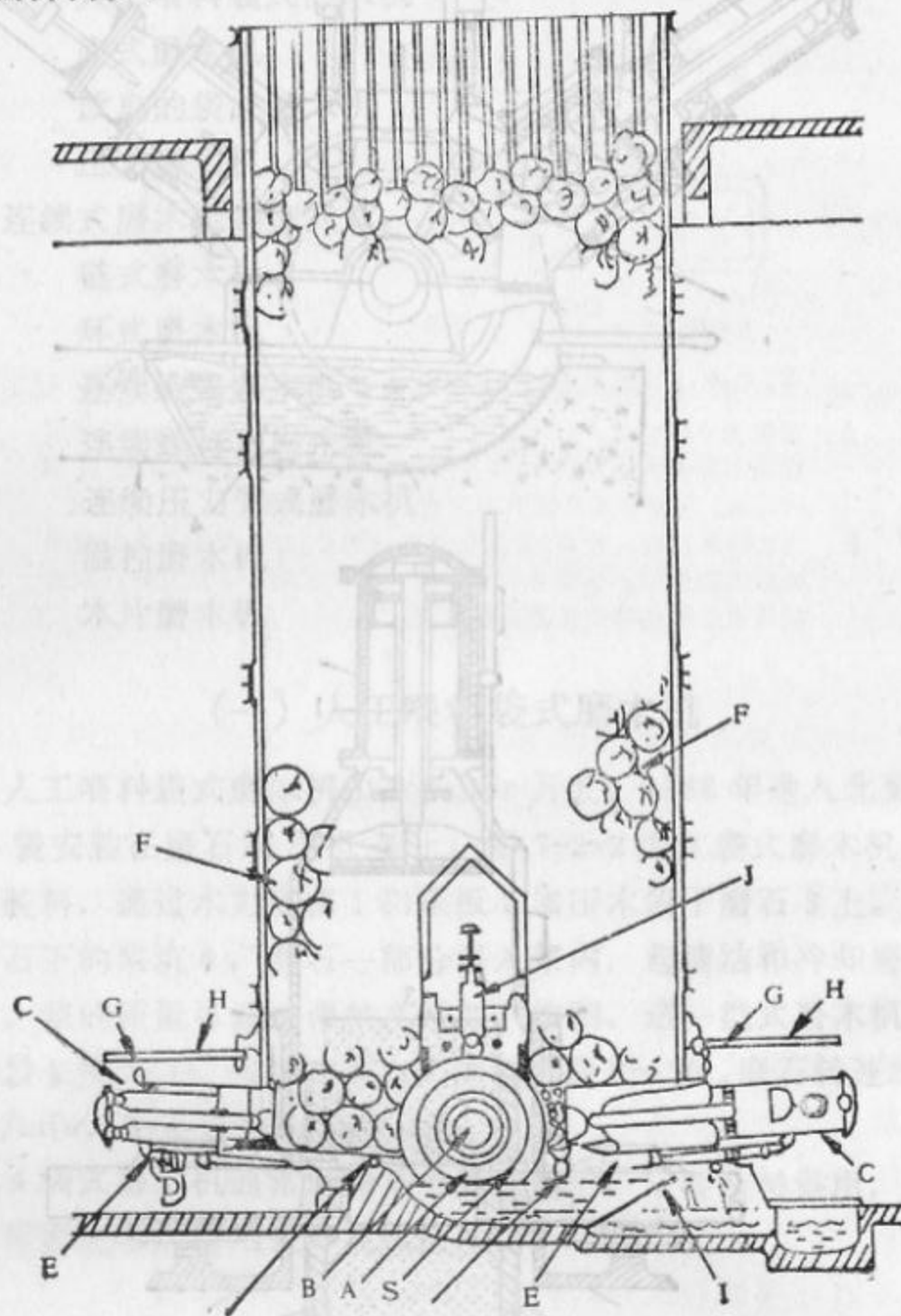


图 7-2-3 高库磨木机

图 7-2-3 为一高库磨木机，磨石 A 安装在水平的轴 B 上，磨石的两侧为机架和机罩所覆盖。在水平的水压缸 C 内，活塞 D 连接着活塞杆，杆的末端有一压板。在磨木机机架上有竖式木库 F 机架下有大块可调板 E 供磨石直径减少后调整之用。活塞 D 用水力推动，犹如原始袋式磨木机，但直径较大。当活塞 D 推进到木段几乎全部磨完时，压板上的突缘 G 触动操纵阀手柄 H，使活塞退回，并打开磨木机袋，使木段借重力从木库 F 落入。喷水管 D 向石面喷水，磨石一部分浸泡在浆坑中，浸浆深度用档板 I 控制。刻石装置 J 用水力操纵。这种磨木机的操作几乎是全自动的，每 3~4 台磨木机有 1 名工人负责调整袋中可能卡住或起拱的木段并在必要时进行刻石。

图 7-2-4 为加拿大发展的库式磨木机，与上述库式磨木机的不同在于木库分开为两个部分，悬挂在楼面大梁上，这一改进克服了木段起拱现象，并且简化了更换磨面作业，如图所示，只要将木库吊高让出空间，磨面便可进出。W 是一轮子计算器，随着木库中木段下移而转动，可标定出磨木容积。

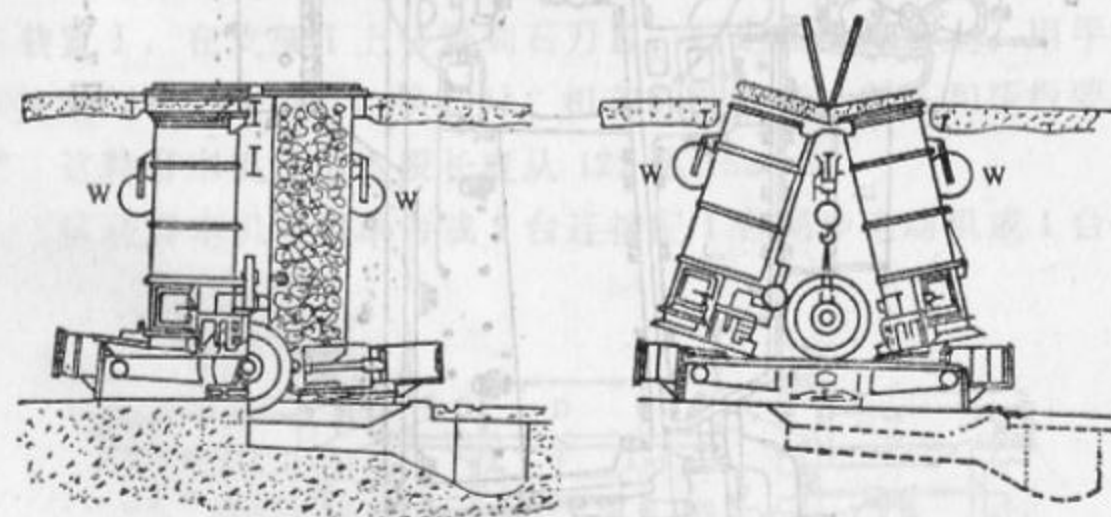


图 7-2-4 库式磨木机

这种型式磨木机用的木段长度 122~155cm，每一磨石配用的功率最高可达 10 000 7.4MW，磨石转速 240~360r/min，依据磨石线速，磨木压力和输入功率等不同，每小时生产 25~100t 风

库式磨木机可一台单独或成双连接用一台电动机。

改良的袋式磨木机是水力操纵的双袋式磨木。这种磨木机集中了水力式和大北式磨木机的优点设计而成。操作全部自动化，只要料斗里保持有足够的木段就可以了。

这种磨木机可以单台或2台连接配1台同步电动机或1台水

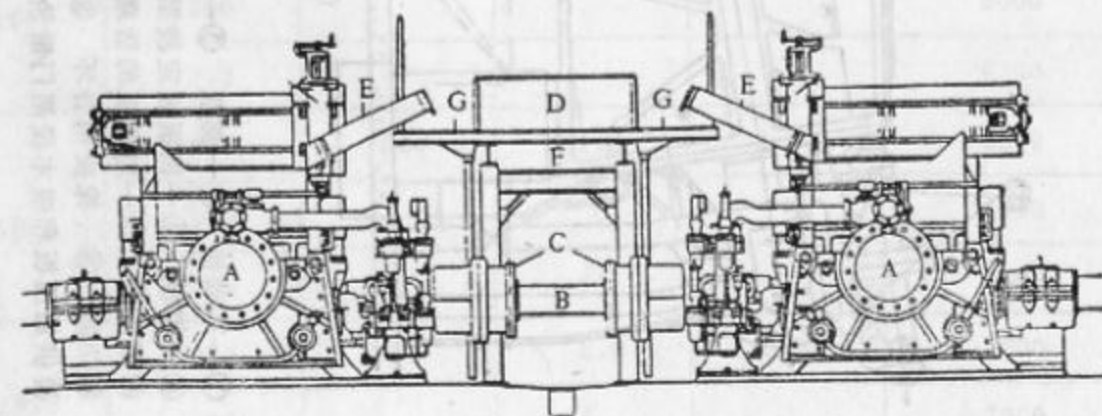


图 7-2-6 一对大北-水力式磨木机

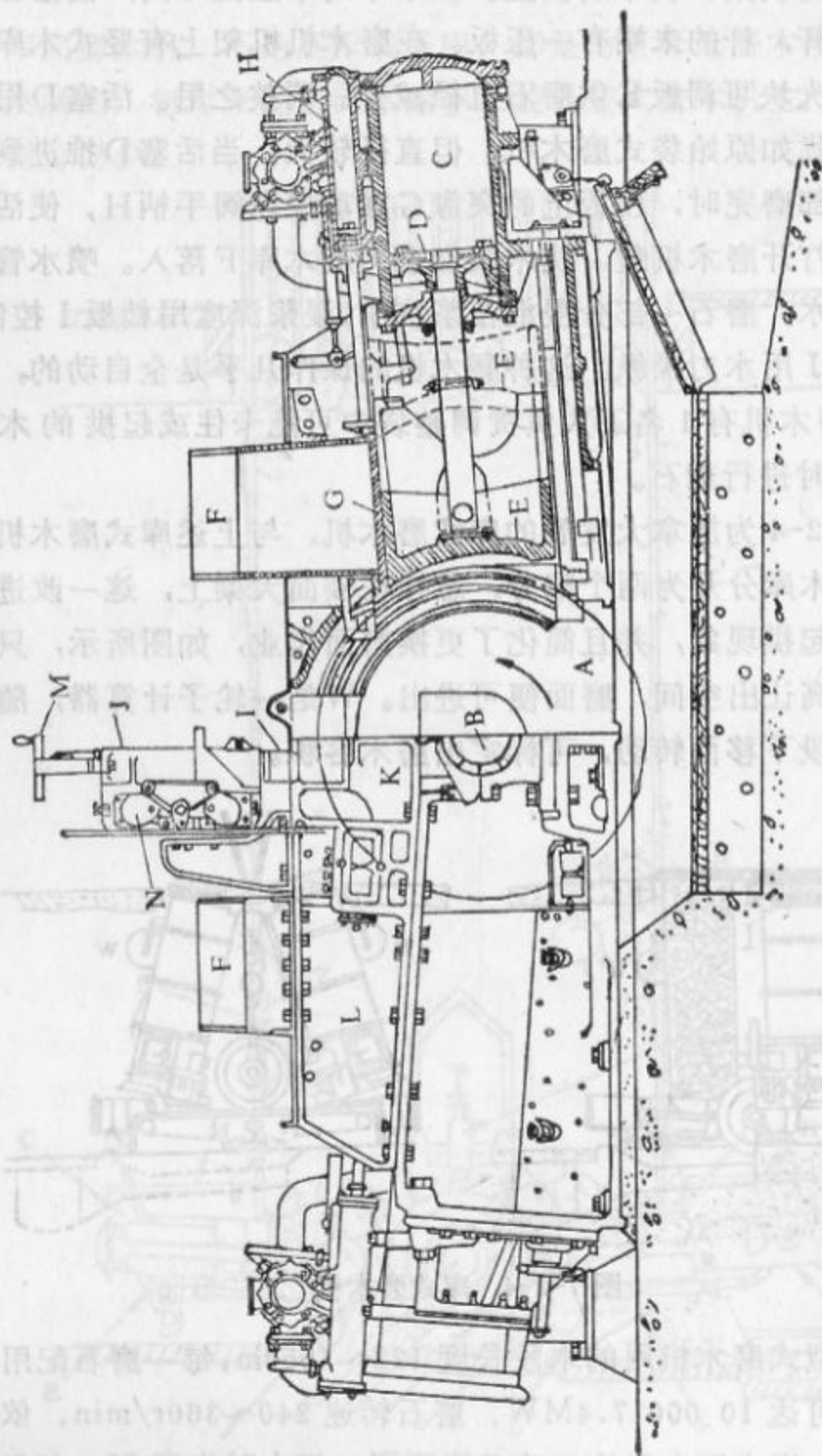


图 7-2-5 大北-水力式磨木机

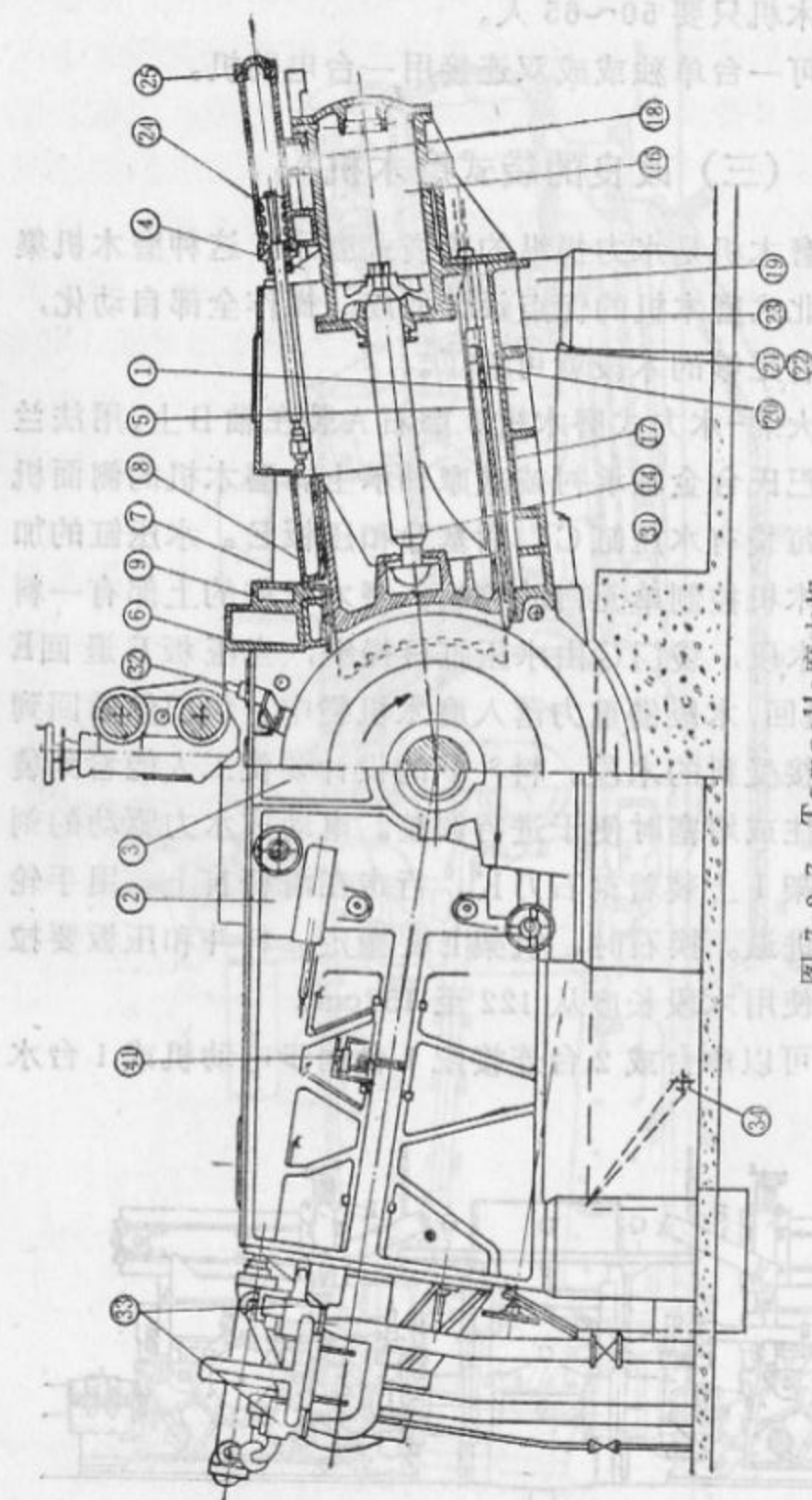


图 7-2-7 Tampella 磨木机

- ①—基础板 ②—侧板 ③—侧板 ④—中间板 ⑤—可调节的多孔底板 ⑥—梳板 ⑦—本体与料斗中的门 ⑧—侧板 ⑨—梳板固定横梁 ⑩—加板 ⑪—驱动加板的液压缸 ⑫—活塞杆 ⑬—刮板 ⑭—可调节的浆板 ⑮—橡胶消音环 ⑯—加板消音环 ⑰—喷水管 ⑱—程序控制阀 ⑲—活塞密封套 ⑳—活塞密封套 ㉑—可调节的浆板 ㉒—可调节的浆板 ㉓—可调节的浆板 ㉔—可调节的浆板 ㉕—可调节的浆板 ㉖—可调节的浆板 ㉗—可调节的浆板 ㉘—可调节的浆板 ㉙—可调节的浆板 ㉚—可调节的浆板 ㉛—可调节的浆板 ㉜—可调节的浆板 ㉝—可调节的浆板 ㉞—可调节的浆板 ㉟—可调节的浆板 ㊱—可调节的浆板 ㊲—可调节的浆板 ㊳—可调节的浆板 ㊴—可调节的浆板 ㊵—可调节的浆板 ㊶—可调节的浆板 ㊷—可调节的浆板 ㊸—可调节的浆板 ㊹—可调节的浆板 ㊺—可调节的浆板 ㊻—可调节的浆板 ㊼—可调节的浆板 ㊽—可调节的浆板 ㊾—可调节的浆板 ㊿—可调节的浆板

表 7-2-1 Tampella 磨木机系列技术数据

型号	磨石转速 (r/min)	磨石直径 (mm)	木段长度 (m)	磨木面积 (m ²)	电动机最大功率 (kW)
1510	250	1575	1.0	1.7	2500
	300				3000
	375				3700
1512	250	1575	1.2	2.04	2900
	300				3500
	375				4300
1515	250	1575	1.5	2.54	3500
	300				4200
	375				5200
1810	250	1800	1.0	2.00	2900
	300				3500
	375				4300
1812	250	1800	1.2	2.40	3400
	300				4100
	375				5000
1815	250	1800	1.5	3.00	4300
	300				5000
	375				6200
1816	250	1800	1.6	3.20	5200
	300				5900
	375				7300
1820	250	1800	2.0	4.00	5800
	300				7000

力涡轮机。图 7-2-6 表示一对磨木机 A 使用中间轴 B 和连轴器 C 连接, 由一电动机传动。木段由水槽 D 输送, 操作工在走道 G 上操作, 通过斜槽 E, 将木段装入料斗。高、低压清水管和白水管安装在水槽下空间 F。少数能力较大的工厂安装木段自动运搬系统。

图 7-2-7 为 Tampella 磨木机, 也是一种水力操纵双袋式磨木机, 袋设置在与水平面成 7.5° 角上。木段用自动装置或人工送到袋上的料斗。若用自动送料装置, 所需劳力将减少到最低水平。木段自动从料斗装到磨木机袋里, 装料时间 $15\sim 20s$ 。电动机负荷可以调整水压缸压力来控制。Tampella 磨木机系列技术数据见表 7-2-1。

(四) 压力磨木机

Powell、Luhde 和 Logan 等人的研究工作表明, 压力磨木有可能生产高强度浆。1976 年在 Modocell 的 Bure 厂安装了第一台压力磨木机。试验证实, 磨木机在超出常压下磨木, 可有效地防止水的沸腾, 保持木材的温度, 可以用接近 100°C 的水喷洗磨石也没有烧木之危险, 而由于磨木温度较高, 增加了木素的软化, 有利于纤维在不受损伤的情况下得到分离, 使浆的长纤维比例增加, 耐破, 撕裂和抗张强度都有显著提高, 在纸机上试验也证实压力磨木浆可以用于生产高质量的纸。此后在世界各地安装投产了许多这种磨木机。据统计, 到 1991 年压力磨木机总装机能力达到年产 110 万 t。

图 7-2-8 为压力磨木机, 图 7-2-9 为压力磨木浆生产流程。

压力磨木机是用 2 袋式磨木机改装的。磨木机机壁以中等厚度钢板代替铸铁制造的, 以保证其有足够强度。磨木机工作压力 0.2MPa , 最高设计压力 0.3MPa , 使用压缩空气保持机内压力, 并设有安全隔膜。所有与浆接触的部分都是用不锈钢或衬以不锈钢板。在每袋料斗上方增设 1 块闸板和 1 料斗, 形成密封, 使磨木机装料时, 料斗处于同等压力, 以保持磨木机内部压力稳定。

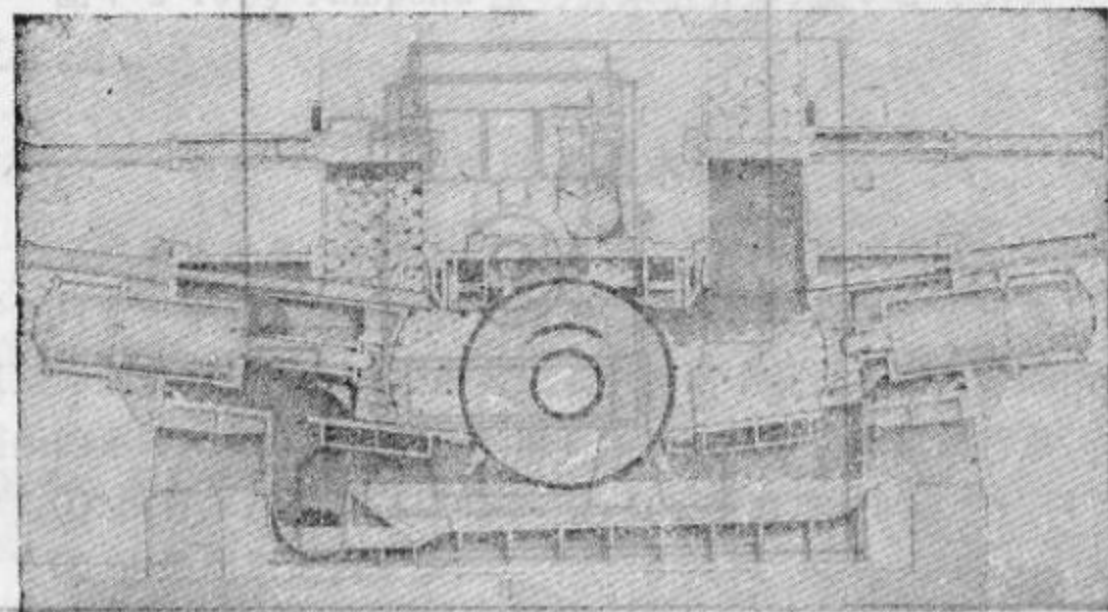


图 7-2-8 压力磨木机

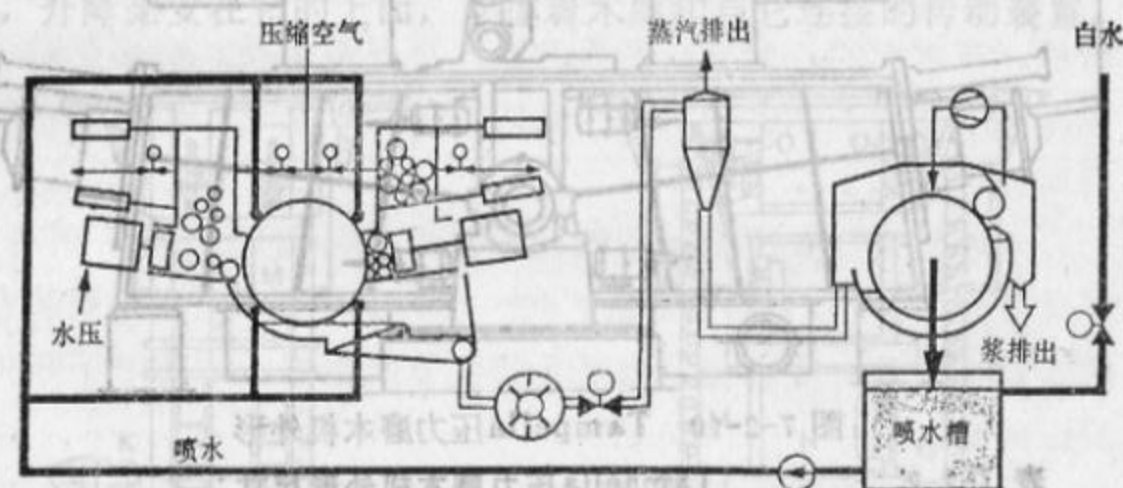


图 7-2-9 压力磨木浆生产流程

磨木机其余部分如轴、喷水管、刻石装置、梳板等与原 2 袋式磨木机没有什么不同, 但所有与磨木机连接处都进行密封。

在系统压力下, 浆从浆坑进入撕碎机, 碎片和大木片先在这里打碎, 然后通过一喷放阀喷放到旋风分离器, 使蒸汽分离回收。

压力磨木机木段长度分 1.0、1.2、1.5、1.6m 四种, 使用磨石直径 1.8m, 转速 300r/min , 电动机容量 $4000\sim 7500\text{KW}$, 每台产量 $60\sim 100\text{t/d}$ 。

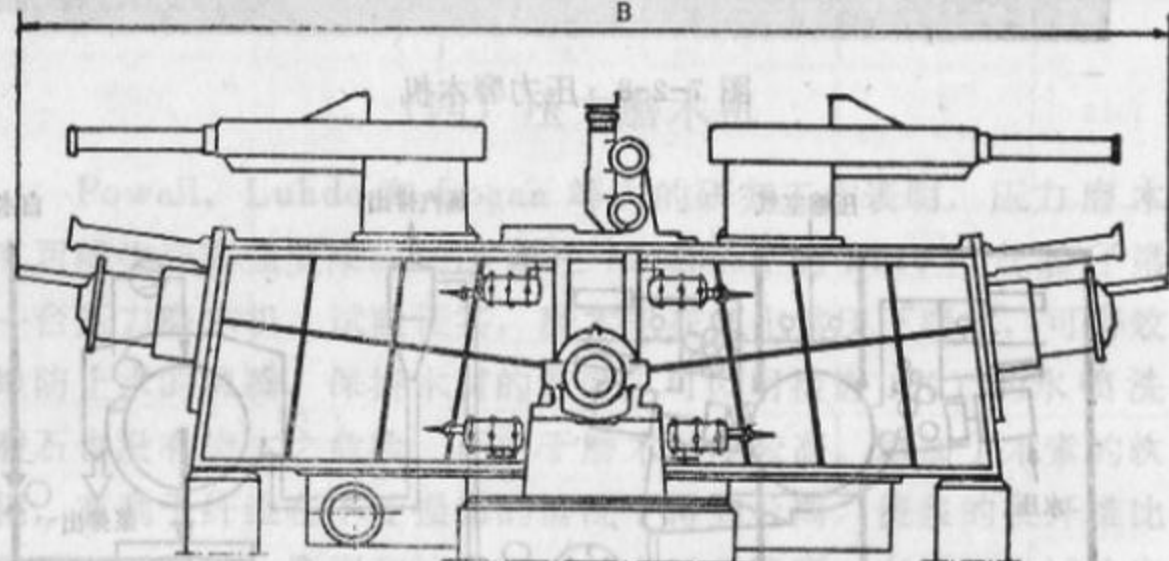
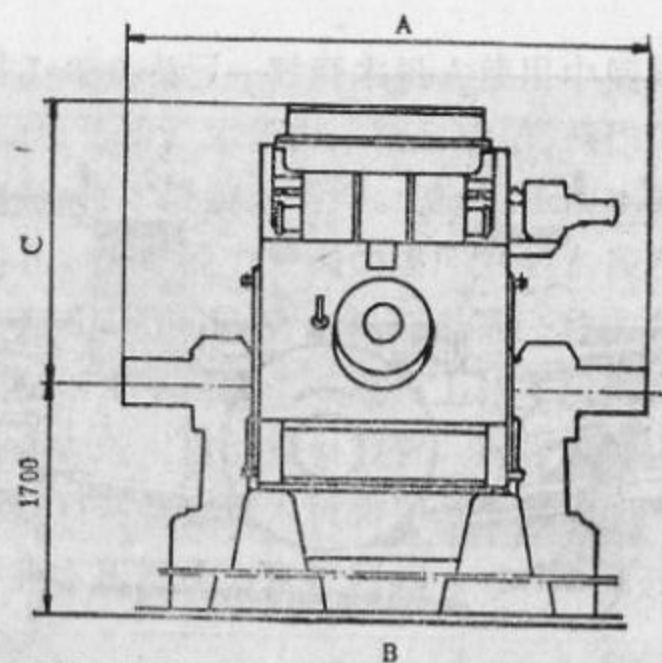


图 7-2-10 Tampella 压力磨木机外形

表 7-2-2 Tampella 压力磨木机外形尺寸

磨木机型号	木段长度(m)	A(mm)	B(mm)	C(mm)	重量(t)
T1810P	1.0	4400	9600	2474	90
T1812P	1.2	4550	9600	2474	105
T1815P	1.5	5100	9600	2484	118
T1816P	1.6	5276	9600	2484	125

图 7-2-10 为 Tampella 压力磨木机外形,表 7-2-2 为其主要尺寸。

(五) 链式磨木机

链式磨木机是一种连续式磨木机,它与袋式或库式的不同在于它只有一个磨木区在磨石的顶部,磨木区上是一个大木库,一直延伸到装料楼面,木段用人工或机械自动装进木库,依靠两侧链条的运转,将木段不断压到磨石面上。这种磨木机的特点:

- ① 没有木段装袋过程的中断,有较多磨木时间;
- ② 占地面积比袋式少;
- ③ 使用较少机械控制装备。

图 7-2-11 为双链式磨木机。磨木机两侧各有两大块的机架 E,升降架安在它的上面,支撑着木库和与它连接的传动装置。

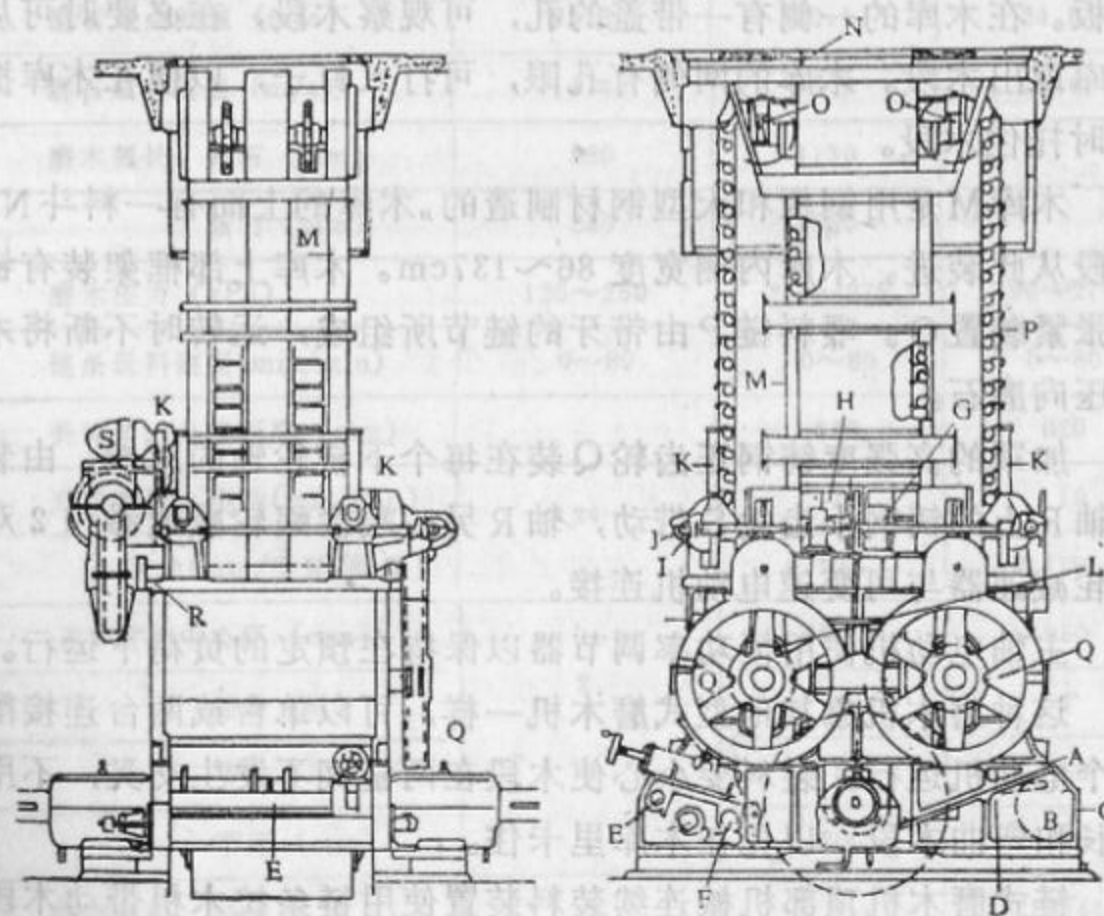


图 7-2-11 双链式磨木机

机架上有带盖的孔, 便于观察梳板的调整, 以限制大木片的产生。机架内有导槽, 供木库滑动。大的铸铁横梁接在机架E上, 支持升降架F和链条下部遮板G。遮板有铰接的门H, 在更换磨石O和刻石时都不必拆除。D是磨石的轴, D_1 和 D_2 是磨石的法兰盘。

在出浆一侧两边机架的底部有两块楔形板A和B, 可在更换磨石时移出。手动齿杆铰盘C可提升或降低堰板D。水力刻石装置安装在滑杆E及F上。在侧机架上还有2根可以供喷水管插入的开孔。

升降架的传动, 通常用可正反转电动机G, 通过减速器H, 传到斜齿轮I, 带动蜗杆J, 转动升降杆上蜗轮螺帽。升降架K的柱连接着木库, 在磨石磨损时用于调整梳板和在更换磨石时提升木库和有关传动装置。间隙L供移动链条的传动链轮之用。

木库的下部连接着喂料链条的传动装置和2个可拆卸的钢质梳板。在木库的一侧有一带盖的孔, 可观察木段, 在必要时可从木库取出木段。木库的两侧有孔眼, 可打入钉子, 以便在木库提升时托住木段。

木库M是用钢板和大型钢材制造的, 木库的上面有一料斗N, 木段从此装进。木库内侧宽度86~137cm。木库上部框架装有链的张紧装置O。喂料链P由带牙的链节所组成, 运转时不断将木段压向磨石。

加罩的高强度铸钢正齿轮Q装在每个下链轮轴的末端, 由装在轴R上的铸钢小齿轮S带动, 轴R另一端接蜗轮减速器和2对齿轮减速器与可变速电动机连接。

主轴电动机使用恒功率调节器以保持在预定的负荷下运行。

这种磨木机象其他型式磨木机一样, 可以单台或两台连接配一个电动机运行。装料要小心使木段在两链间不发生交叉, 不用过长和弯曲木段, 以免在木库里卡住。

链式磨木机顶部机械连续装料装置使用链条拉木机带动木段自动装入磨木机, 装满后木段通过第1台装料口到达下一台拉木

机, 一台接一台往下输送, 各台都装满后木段将整齐堆高3~4层备用, 可以满足多台磨木机生产需要, 如个别磨木机需要停机, 只要在料斗上推上档板, 木段就不再装进。该装置使用方便, 运行可靠, 可节约大量劳力。

国产链式磨木机设备特征见表7-2-3。

表 7-2-3 国产链式磨木机设备特征

型 式	单 链 式	双 链 式	双 链 式
使用木段长度 (mm)	560	1100	1250
生产能力(t风干浆/24h)	7~10	16~20	20~25
磨石规格 (mm)	$\phi 1500 \times 620$	$\phi 1540 \times 1280$	$\phi 1560 \times 1370$
磨石转速 (r/min)	250~290	250	300
磨石最大线速 (m/s)	22.8	20.1	24.5
磨石最小线速 (m/s)	14.4	15.2	19.6
磨木弧长、归石 (mm)	880	1130	
新石 (mm)	840	1050	
磨木压力 (kPa)	125~250	234~272	190~270
链条送料速度(mm/min)	0~80	0~80	0~80
升降架, 升降距离 (mm)		620	620
升降速度、电动(mm/min)	24	26	19
手动(mm/手轮/转圈)		0.104	0.119
上下链轮中心距 (mm)		5200	4900
链条 (根)	2	4	4
节数 (节)		56	56
节距 (mm)		200	200
主电动机、型号			TD215/44-20
容量(kW)	370~500	1120~1400	1600

续表

型 式	单 链 式	双 链 式	双 链 式
转数 (r/min)	250~290	250	300
喂料电动机、型号	Z ₂ -41	JO ₂ -62	JO ₂ -62
容量 (kW)	3	4	4
转速 (r/min)	1500	1500	1500
变速型式	可控硅无级变速	可控硅无级变速	可控硅无级变速
升降架电动机、型式	JCH562	JCH671	JCH752
容量 (kW)	2.5	4.2	5.2
转速 (r/min)	219	164	171
刻石器传动	电动, 3kW, 1450r/min	水力, 水压 3.5~5kg/cm ² 或电动, 4kW	电动, 4kW, 960r/min
设备重量(不包括电动机)(t)	20	65	75
外形尺寸 (mm)	3400×4000×5831	4300×4704× 7357	4420×4854× 7697

(六) 环式磨木机

环式磨木机的样机于1936年由F. W. Roberts制造公司制成。它的结构与传统磨木机有很大区别, 是利用楔形区传递木段对磨石的压力。图7-2-12为环式磨木机, 磨石D装于传动环C和内齿喂料环E内偏左30°的位置, 使磨石和喂料环间形成楔形木库B。木段从窗口A加入楔形木库中。当喂料环以与磨石相同的方向缓慢旋转时, 喂料环内齿将木段带向楔形收缩区而进行磨木。环的外机架坐落在一铸铁平板上, 在磨石磨损时可以移动环, 调整其与磨石的间隙。H为电动刻石器, F为喷水管, G为隔板。

喂料环是用液压发动机通过一齿轮组驱动的, 通过自动增减液动发动机油量, 即相应提高或降低环的速度, 从而保持主电动

机的负荷稳定。

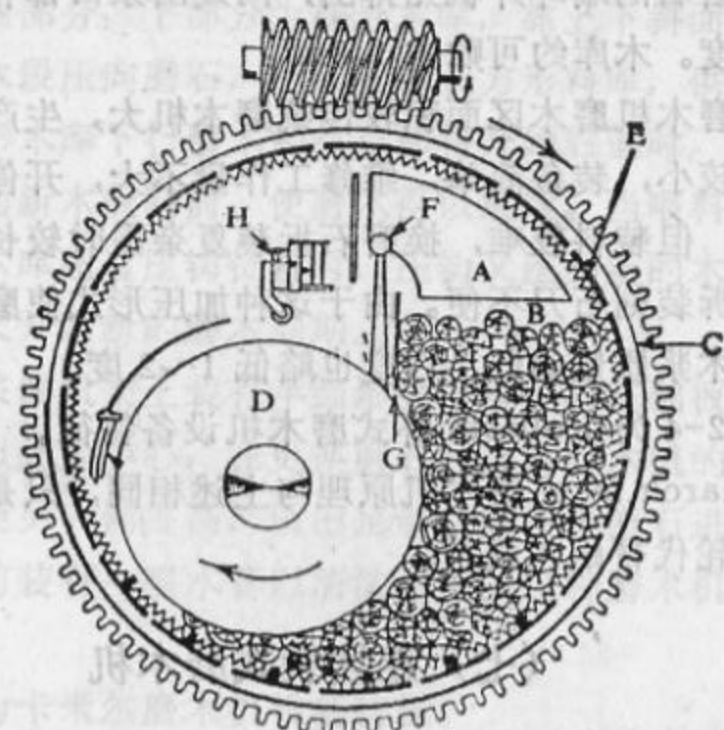


图 7-2-12 环式磨木机

表 7-2-4

Roberts 环式磨木机设备特征

喂料环内径 (mm)	2640	2640
磨石规格 (mm)	φ1702×1370	φ1702×1100
磨石转速 (r/min)	295	295
磨石最大线速 (mm)	26.5	26.5
磨石最小线速 (mm)	22.9	22.9
磨木弧长 (mm)	2000	2000
磨木面积 (m ²)	2.4	1.9
主电动机	2650kW, 295r/min	2200kW
刻石电动机	3kW, 1420r/min	
喂料电动机	1.1~4.4kW, 250~ 1000r/min	
油泵电动机	3kW, 640r/min	
生产能力(t风干浆/24h)	35~45	28~36

浆由磨石两端环外机壳排出，两处出浆口都有堰板可调节磨石浸浆深度。书库约可贮木 1.8m^3 。

这种磨木机磨木区面积较传统磨木机大，生产能力也大，而占地面积较小，装备简单，维修工作量不大，开停机操作简单，费时较少，但装料较难，换磨石拆装复杂需时较长，刻石器在喂料环内，拆装刻石刀不便。由于这种加压形式使磨木区压力不够均匀，磨木浆质量偏低，白度也略低 $1\sim 2$ 度。

表 7-2-4 为 Roberts 环式磨木机设备特征。

Tidmarch 环式磨木机原理与上述相同，只是喂料环的驱动用链和链轮代替蜗轮蜗杆。

(七) 连续袋式磨木机

连续袋式磨木机在 1923 年由 Kamyrr 公司生产，是一种可以连续磨木的水力操纵双活塞双袋式磨木机。

图 7-2-13 为卡米尔磨木机，两袋与水平面成 35° 角安装在机架两侧。磨木水压缸内径 700mm ，内有喂料水压缸，在磨木时喂料水压缸起着活塞作用，喂料水压缸内径 $400\sim 450\text{mm}$ ，内有喂料活

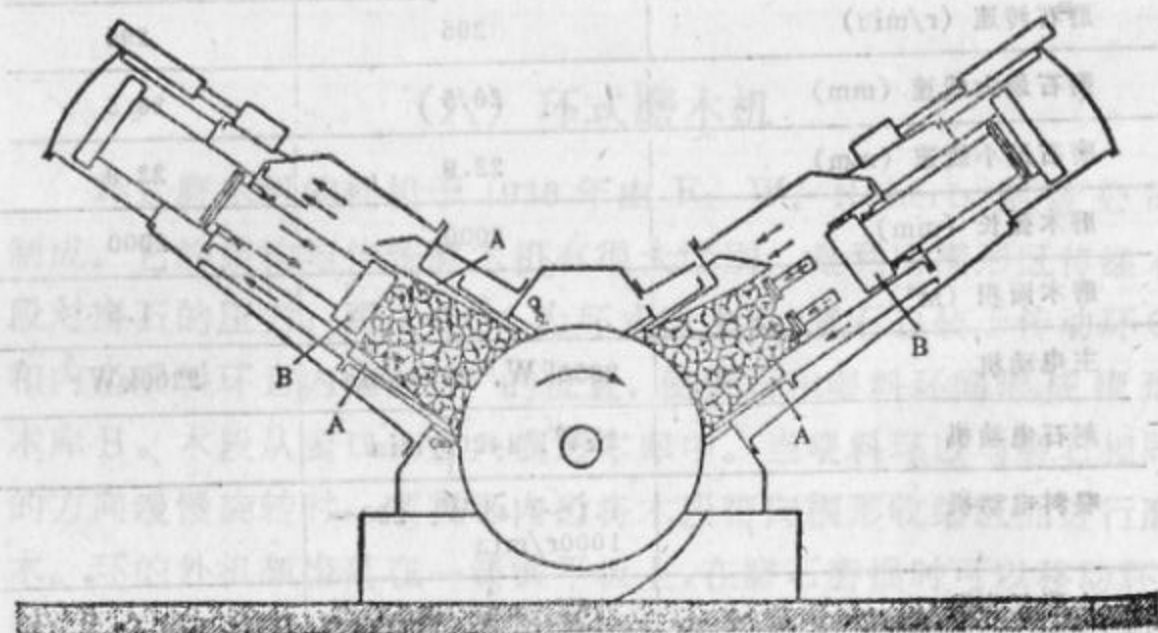


图 7-2-13 卡米尔磨木机

塞。袋分上下两部分：下部分为梯形书库，靠上下斜面 A 和两侧各 2 个压钩将木段压向磨石，上部分为长方形料库，供装料的木段备用。当梯形书库下行磨木到终点即将开始后退时，喂料活塞及其压板 B 推动新木段向前，使磨木得以继续。当喂料压板将新木段推入梯形书库超过压钩位置时，压钩又压到新的木段上，梯形书库和压钩又开始新的磨木周期。

磨木机出浆侧机架上装有半圆形突出块，与基础板上半圆形洞相配合，可以此为中心，在更换磨石时，将磨木机的出浆口一侧倾向地面而使另一侧提高，留出足够空间便于磨石进出。

每袋磨石前装有一喷水管以清洗石面。这种磨木机没有推广到北美使用。

表 7-2-5 为卡米尔磨木机设备特征。

表 7-2-5

卡米尔磨木机设备特征

使用木段长度 (mm)	1250	
生产能力(t风干浆/24h)	18~22	23~28
磨石规格 (mm)	$\phi 1560 \times 1370$	
磨石转速 (r/min)	250	300
磨石最大线速 (m/s)	19.6	24.5
磨石最小线速 (m/s)	17.0	19.6
磨木弧长、旧石 (mm)	850×2	
新石 (mm)	830×2	
主电动机、容量 (kW)	1400	1800
转速 (r/min)	250	300
刻石电动机、容量 (kW)	1471	
转速 (r/min)	1600~2500	

(八) 连续螺杆式磨木机

1924 年, Linke-Hofmann-Lauchhammer 开始制造 Fuellner

连续螺杆式磨木机 (图 7-2-14), 用大的螺杆装在木库四角将木段压向磨石。类似的设备 Myerens 和 Kamyr 公司都制造过, 但仅在挪威、波兰和意大利使用。

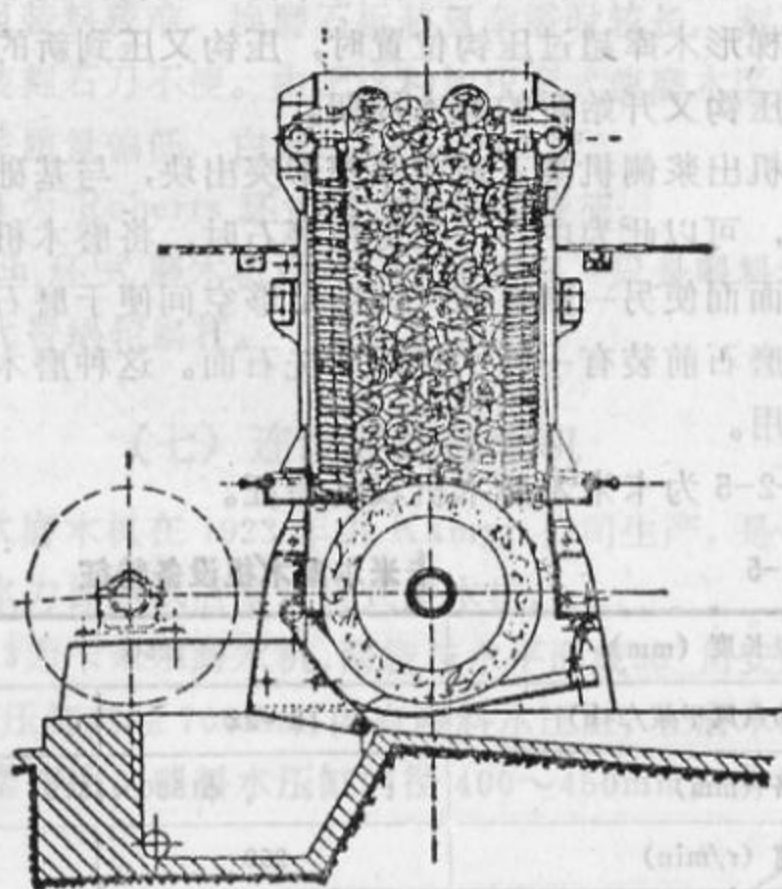


图 7-2-14 连续螺杆式磨木机

(九) 连续压力臂式磨木机

1964 年 Karlstads Mekaniska Werke 研制了连续压力臂式 (Hydra) 磨木机, 用一个接着一个的压力臂, 保持连续磨木压力 (图 7-2-15)。这种磨木机 1 台安装于墨西哥 San Raphael 厂, 使用 2.2MW 蒸汽发电机带动, 用当地松木日产 40t、150CSF 磨木浆。其他供应北欧等地。

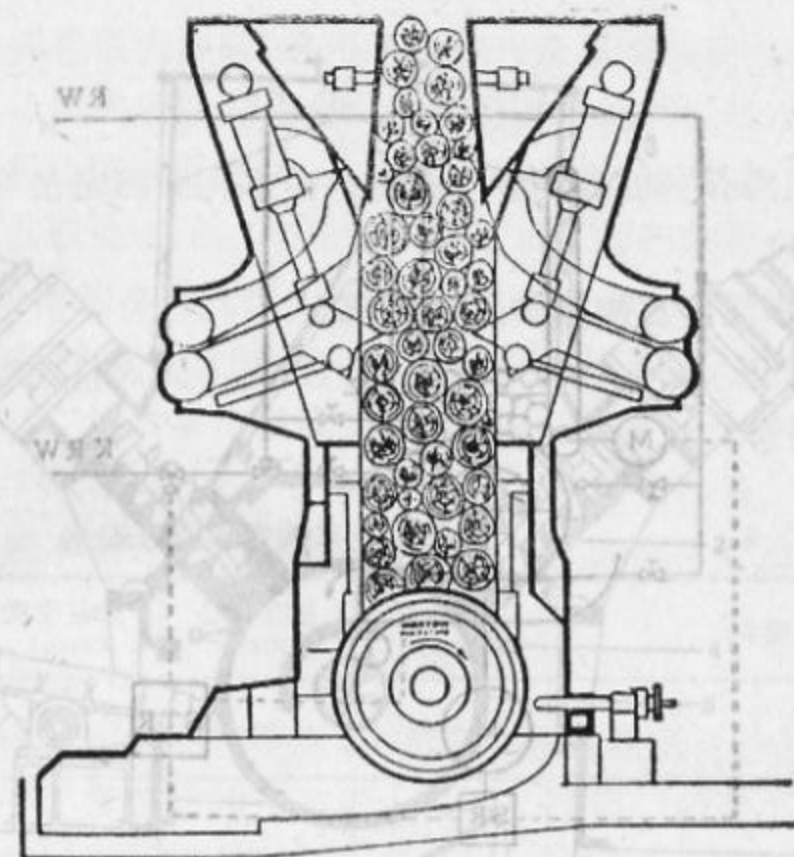


图 7-2-15 Hydra磨木机

(十) 温控磨木机

温控磨木机是 J·M·Voith 公司利用高温磨木的机理对链式磨木机进行改造发展的, 其特点是在不超过水的沸点的条件下尽量提高磨碎区的温度, 主要是充分利用木库内蒸汽的能量以提高磨碎区的温度, 并配用稳定运转控制器, 控制温升, 以提高磨木浆质量, 部分指标可达到压力磨木浆的下限。回水温度 79℃, 磨碎区浆料出口温度达 90~97℃, 浆坑浆料温度达 85~94℃。

图 7-2-16 为温控磨木法生产简图。送磨木机的回水分 2 路, 一路送木库, 另一路送磨碎区后喷水和浆坑, 原磨碎区前喷水改接冷却回水。原梳板改造为特殊密封板并在磨碎区配置浮动堰板, 使木库能保持一定水位, 而蒸汽则凝结为热水, 从而提高了磨碎区的温度。并为了保证磨木机运转稳定, 结合原有磨木机调整系统进行改造, 安装稳定运转控制器, 将浆坑温度和单位电耗

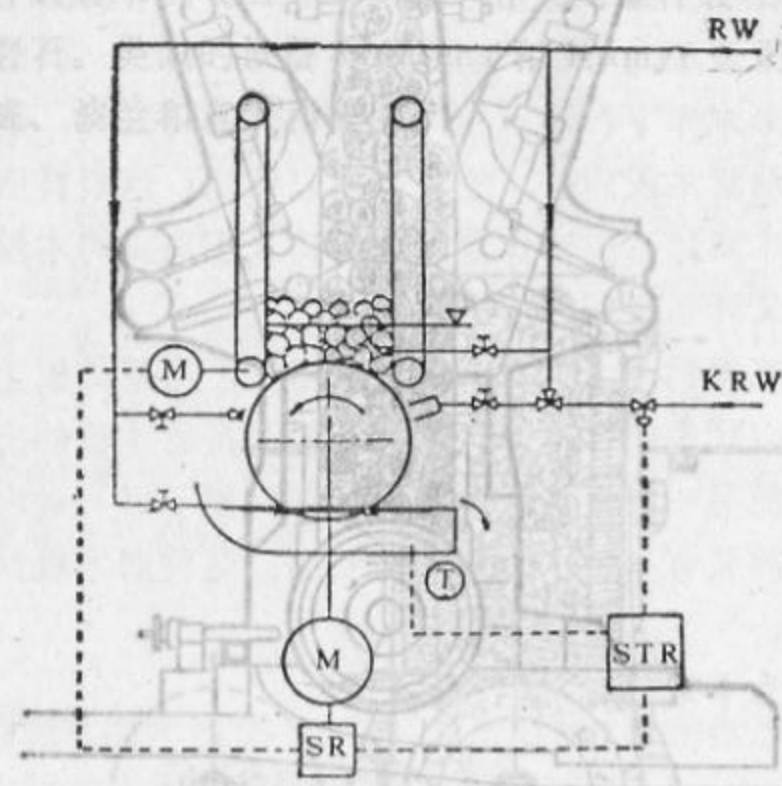


图 7-2-16 温控磨木法生产简图

SR—磨木机调整器 STR—恒温调整器 T—浆坑温度测定器
RW—回水 KRW—冷却回水

极限值输入控制器，使其将两者变化结合判别和自动控制，例如浆坑温度过高，将自动增加磨碎区前冷却水量，同时使电耗恢复稳定。

这一方法既可用于新磨木机，也可用于已投产使用的旧磨木机，据称传统链式磨木机只要停 2~3 天即可改造成温控磨木。

(十一) 木片磨木机

王子造纸公司用 3 台 50t/d 双袋式磨木机改装为木片磨木机。所生产的浆其细小纤维组分比传统磨木浆高得多，而游离度低，可以搭配用于改善新闻纸、印刷纸和其他含机械浆纸的适印性和紧度。

图 7-2-17 为 FGP 木片磨木机，木片用螺旋输送机喂进袋，压在磨石上磨成浆。

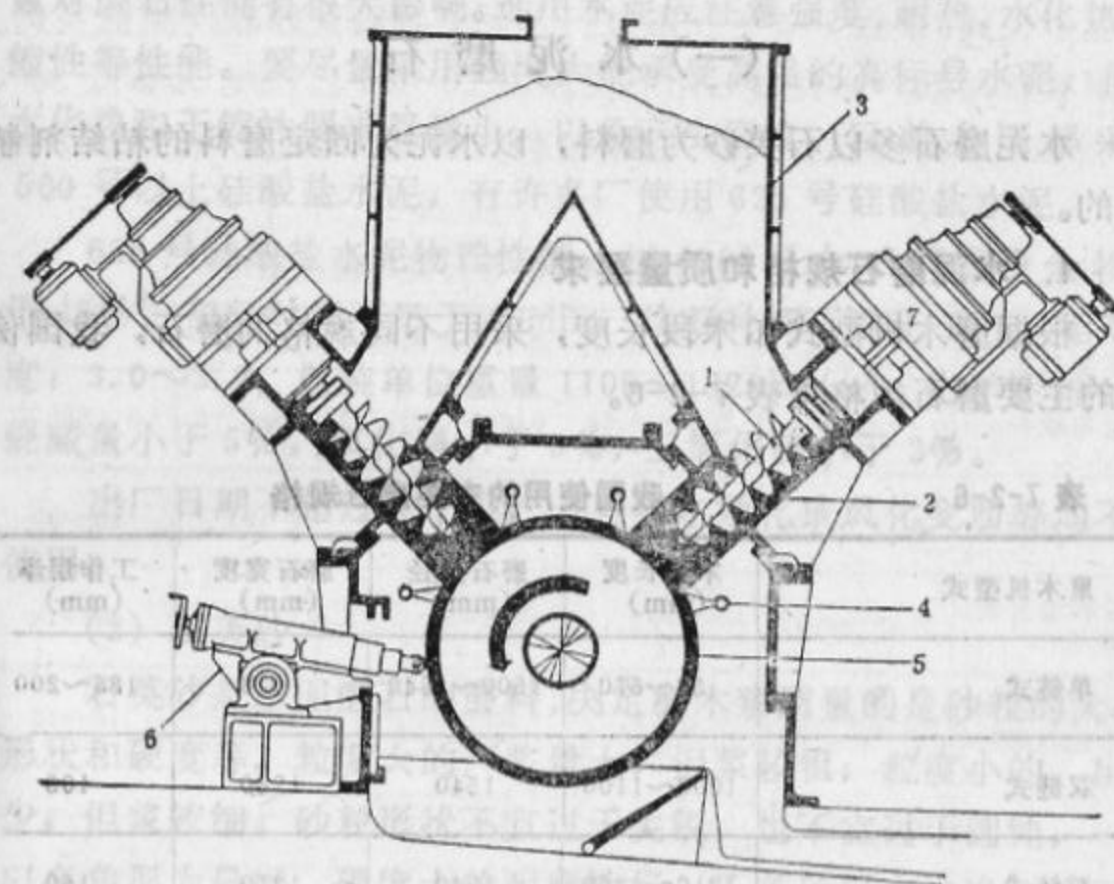


图 7-2-17 FGP 木片磨木机

1—螺旋 2—螺旋外壳 3—木片漏斗 4—喷水管 5—磨石
6—刻石器 7—减速器

四、磨石

最早的磨石是用天然岩石凿成的，随着磨木浆生产的发展，天然岩石已不能适应需求，转而改用水泥磨石。现在一部分工厂仍旧制造和使用水泥磨石，但因还不能适应现代磨木生产的要求，正逐渐为陶瓷磨石所代替。陶瓷磨石具有耐磨性能好，刻石周期和使用寿命长，浆料产质量稳定，纤维形态和脱水性能好，浆白度有所改善，含砂量少以及有利于纸机抄造等显著优点。国产的陶瓷磨石是 1966 年试制成功的。

(一) 水泥磨石

水泥磨石多以石英砂为磨料，以水泥为固定磨料的粘结剂制造的。

1. 水泥磨石规格和质量要求

根据磨木机型式和木段长度，采用不同规格的磨石，我国使用的主要磨石规格见表 7-2-6。

表 7-2-6 我国使用的主要磨石规格

磨木机型式	木段长度 (mm)	磨石直径 (mm)	磨石宽度 (mm)	工作层厚 (mm)
单链式	55~570	1500~1540	628	185~200
双链式	1000~1100	1540	1230	165
双链式	1210~1250	1540	1370	150
卡米尔袋式	1210~1250	1560	1370	150
环式	1210~1250	1702	1370	150

磨石外形应光滑平直呈圆柱形，表面不许有裂纹及其他缺陷。一般直径公差 $\pm 2\text{mm}$ ，宽度公差 $\pm 5\text{mm}$ ，同心度公差 $\pm 1\text{mm}$ ，两边为 30×30 的 45° 倒角。

工作层各部分要求粒度均匀、硬度一致。工作层物理强度（养生28d）：耐压强度大于 49MPa ，抗张强度大于 4MPa ，抗折强度大于 7.5MPa 。

磨石制成保养6个月后方可使用。

2. 主要原材料要求

(1) 水泥

作为磨料结合剂的水泥是水泥磨石最主要原料之一，它的质

量对磨石性能有很大影响。选用水泥应注意强度、耐热、水化热、干缩性等性能。要尽量采用强度大能承受高温的高标号水泥，同时水化热和干缩性要求尽量小，以免产生裂纹。目前各厂都采用500号以上硅酸盐水泥，有许多厂使用625号硅酸盐水泥。

625号硅酸盐水泥物理性能：过4900孔/ cm^2 筛底残余物小于15%，初凝时间不早于45min，终凝时间不晚于12h，相对密度：3.0~3.2，散装单位重量1100~1320 kg/m^3 ；化学性能：灼烧减量小于5%，氧化镁小于5%，三氧化硫小于3%。

出厂日期不超过3个月，若有吸水硬化或风化变质等均不得使用。

(2) 石英砂

石英砂是水泥磨石的磨料，决定磨木浆质量的是砂粒的大小、形状和硬度等。粒度大的产浆量大，但浆较粗；粒度小的，出浆少，但浆较细。砂粒形状不宜过于尖锐，也不宜过于圆钝，一般以多角形为最好。硬度大的耐磨性好。石英砂用水洗净，烘干和筛选后分出不同目数的粒度，存放待用，根据不同的磨木浆质量要求进行组合。由于各地选用的石英砂质量不同，使用的粒度组

表 7-2-7 我国某厂水泥磨石石英砂粒度组成实例

磨木浆质量要求	石英砂平均粒度 (mm)	石英砂不同粒度的含量							备注
		5~10 目	10~20 目	20~30 目	30~40 目	40~50 目	50~60 目	60~80 目	
最粗	0.88	5%	15%	50%	30%				石英砂的筛余量均不得超过15%
粗	0.67		10%	40%	30%	20%			
中粗	0.50			30%	30%	30%	10%		
细	0.41				10%	30%	30%	30%	
最细	0.34				20%	30%	40%	10%	

成也不相同。见表7-2-7 我国某厂水泥磨石石英砂粒度组成实例。我国某新闻纸厂水泥磨石用石英砂由20~30目粒度50%及30~40目粒度50%组成。前苏联水泥磨石石英砂粒度组成见表7-2-8。

表 7-2-8 前苏联水泥磨石石英砂粒度组成

磨木浆质量及 适用纸种	石英砂平均 粒度 (mm)	各种粒度所占重量比(%)			
		2.0~0.84	0.84~0.25	0.25~0.15	0.15以下
最粘和最细浆	0.23~0.28	1~0	18~25	60~62	14~20
粘浆和细浆新闻纸用	0.29~0.32	1~2	29~32	53~56	13~14
中等粘浆薄纸 板与包装纸用	0.32~0.31	2~4	40~46	46~50	10~12
	0.39~0.43	5~8	42~45	42~45	5~8
最粗浆纸板用	0.48~0.54	10~12	50~53	33~37	0~4

有的工厂为了增加磨浆性能，用碳化硅或氧化铝代替一部分石英砂制造水泥磨石，在提高产量、降低电耗和稳定质量上都收到较好效果，但磨石成本较高。我国某厂水泥磨石工作层磨料中石英砂占56%，碳化硅占44%。

表 7-2-9 水泥磨石工作层硬度和配料

硬度	水灰比范围	配比范围(体积比)	
		水 泥	石 英 砂
硬	0.26~0.28	1	1.60~1.65
中	0.28~0.30	1	1.70~1.75
软	0.30~0.32	1	1.80~1.85

3. 制造工艺流程

见图7-2-18

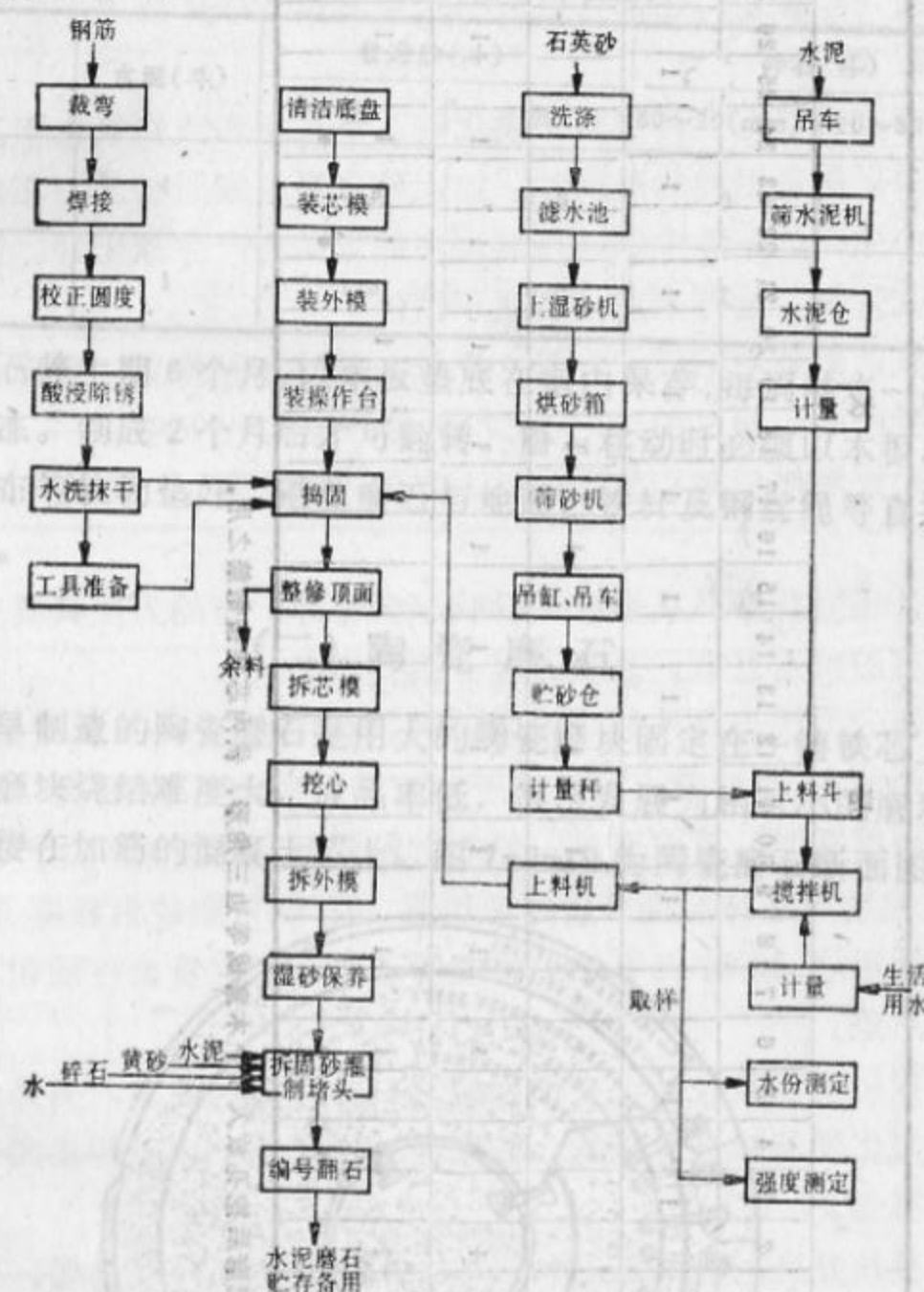


图 7-2-18 水泥磨石制造工艺流程

4. 技术要求

磨石工作层硬度和配料见表7-2-9。

磨石浇灌一层约49mm高，如 $\phi 1540 \times 1370$ mm磨石分为28层，每捣固一层按顺序放入钢筋圈， $\phi 1540 \times 1370$ mm磨石钢筋圈规格和排列见表7-2-10，耙成麻面后再浇灌下一层。

表 7-2-10 $\phi 1540 \times 1370(\text{mm})$ 磨石钢筋圈规格和排列实例

钢 筋		层 次																												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
规格 (mm)	圆 圈 直 径 (mm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
12	1020	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1
12	920									1			1				1			1										
12	1120	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1
16	920	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1

注：*表示该层捣实后挖孔放入3个木塞成等边三角形，供内芯挂接钢筋之用。



水泥磨石内芯配料，见表 7-2-11。

表 7-2-11 水泥磨石内芯配料

层次	水泥(斗)	普通砂(斗)		碎石(斗)	
		粗	细	50~20(mm)	20~30(mm)
首尾层	1	0.5	1.5	0	0
中层	1	1.4	0.6	2	1

磨石养生期 6 个月，以木板垫底在室内保存，每周淋水一次，并要防冻。制成 2 个月后才可翻转。磨石移动时必须以木板、麻包、毛布等软物垫好，避免磨石与地面、铁杆及钢丝绳等直接接触碰伤。

(二) 陶瓷磨石

最早制造的陶瓷磨石是用大的陶瓷磨块固定在一铸铁芯上，由于大磨块烧结难度大，成品率低，很快发展为相对小的磨块精确地连接在加筋的混凝土芯上。图 7-2-19 为陶瓷磨石断面图。

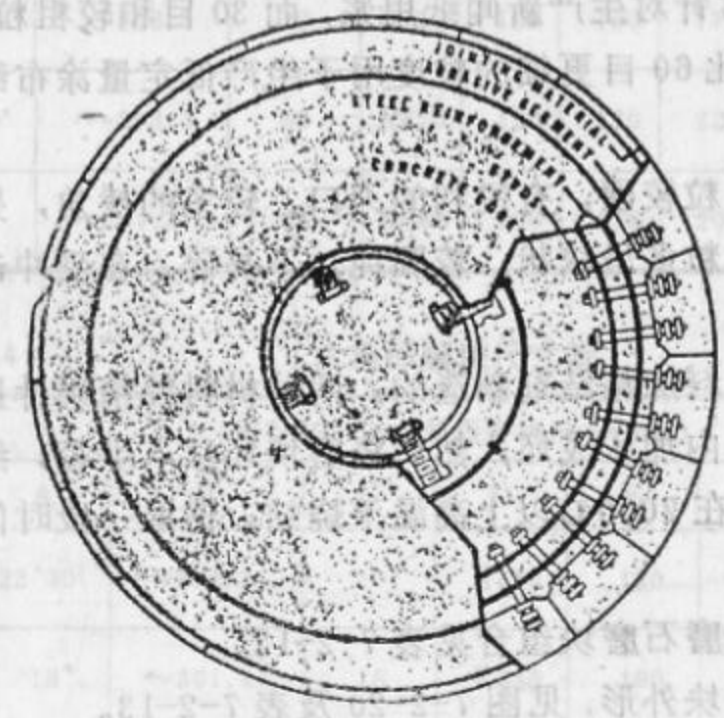


图 7-2-19 陶瓷磨石断面图

我国陶瓷磨石是由造纸厂使用砂轮厂提供的磨块组装而成的。近几年砂轮厂也部分组装整块磨石供造纸厂使用。

1. 磨块

制造磨块有三种磨料：碳化硅、氧化铝和改性氧化铝。

碳化硅是用纯的玻璃砂，加上碎焦炭、锯屑和盐，在电阻型电炉中生产的。砂中的硅与焦炭中的炭结合产生碳化硅。锯屑作为多孔炉料，盐与杂质结合便于清除。

氧化铝是用铝矾土，混入铁粉、硼砂和碎焦炭，在电弧型电炉里生产的。通过加热，氧化铝含量逐渐达到 95%。

改性氧化铝是在制造中掺入其他化学药品，使其具有特殊性质。

上述磨料结晶从炉中出料后，经粉碎，有的为使其具有某种性能另加特殊处理，最后通过一系列筛分。

筛分方法与纤维筛分相似，例如磨料粒度 60 目就是通过 48 目筛而留在 60 目筛上的。用于制浆磨石的磨料粒度为 12~180 目。根据需要，可以用单一粒度磨料或混合粒度磨料生产磨块。60 目粒度通常针对生产新闻纸用浆，而 30 目和较粗粒度用于生产纸板用浆，比 60 目更细的粒度用于生产低定量涂布纸和其他印刷纸用浆。

碳化硅磨粒较硬，有锐利的刃口、较多的棱角，另外也比较脆。氧化铝磨粒多呈块状，较圆钝，不易碎，在受冲击的情况下比较坚韧。

磨块是磨料加粘结剂制造的，两种材料经精确计量，机械混合，置于压模内加压成坯，然后将磨块坯移入烘箱，经充分干燥后放入窑炉，在 2000℃ 以上高温下烧结，保温一段时间后冷却至室温而成。

国产陶瓷磨石磨块组合见表 7-2-12。

五角形磨块外形，见图 7-2-20 及表 7-2-13。

六角形磨块外形，见图 7-2-21 及表 7-2-14。

表 7-2-12

国产陶瓷磨石磨块组合表

磨木机型式	磨石规格 $\phi \times t(\text{mm})$	磨块代号		磨块数量(层 \times 块)		
		五角形	六角形	五角形	六角形	合计
单链式	1540 \times 628	501	601	2 \times 16	1 \times 16	48
双链式	1540 \times 1260	502	601	2 \times 16	4 \times 16	96
双链式	1540 \times 1370	503	601	2 \times 16	4 \times 16	96
卡米尔式	1540 \times 1370	503	601	2 \times 16	4 \times 16	96
环式	1690 \times 1370	504	604	2 \times 20	4 \times 20	120

表 7-2-13

五角形磨块尺寸表

磨块代号	图 7-2-20 上五角形磨块尺寸(mm)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
501	22°30'	~298.3	20	R770	120	100	190	210	50
502	22°30'	~298.3	20	R770	120	100	170	190	40
502	22°30'	~298.3	20	R770	120	120	220	240	55
504	18°	~261.47	15	R845	100	110	205	225	50

表 7-2-14

六角形磨块尺寸表

磨块代号	图 7-2-21 上六角形磨块尺寸(mm)						
	A	B	C	D	E	F	G
601	22°30'	~298.3	20	R770	120	200	240
604	18°	~261.47	15	R845	100	210	250

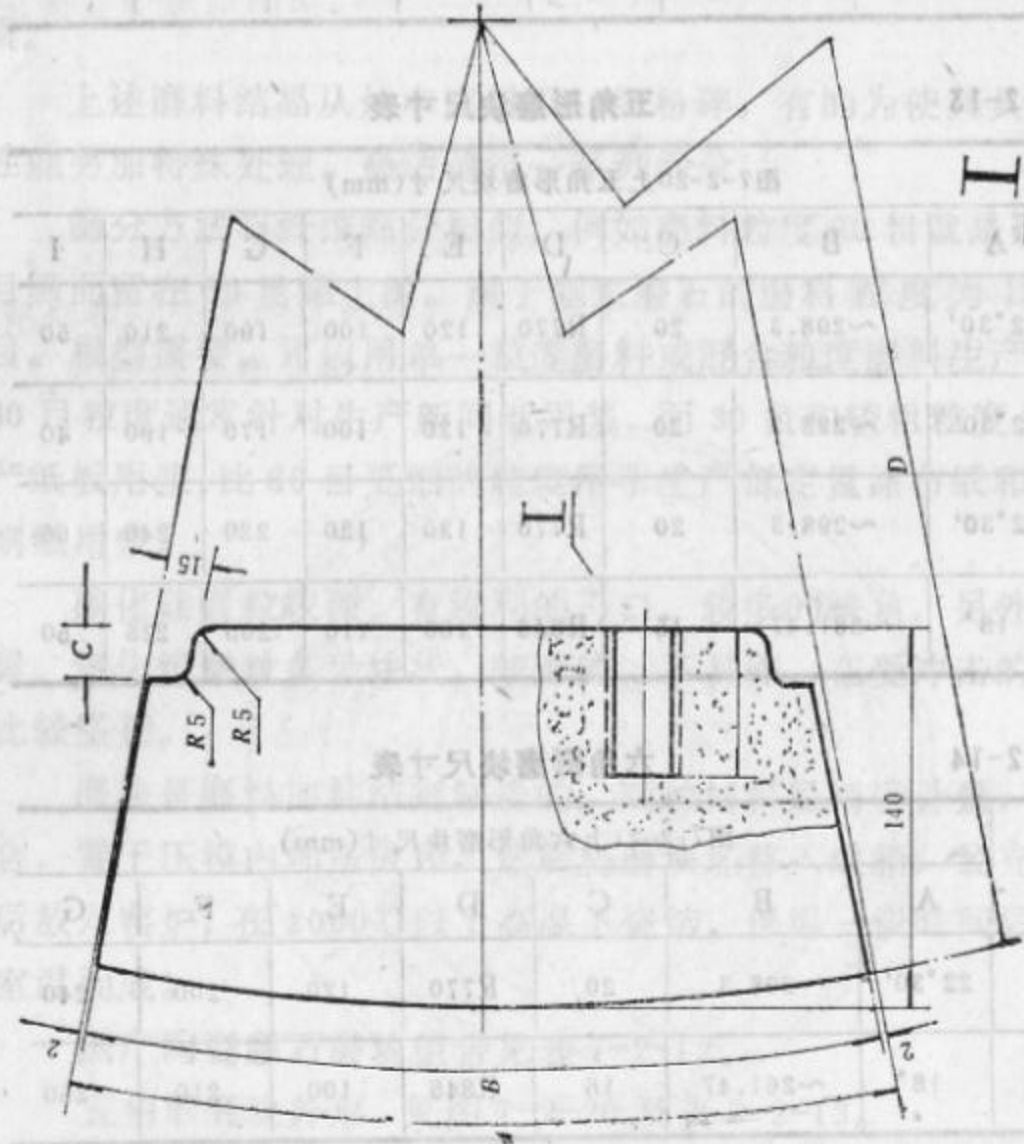


图 7-2-20 五角形磨块外形图

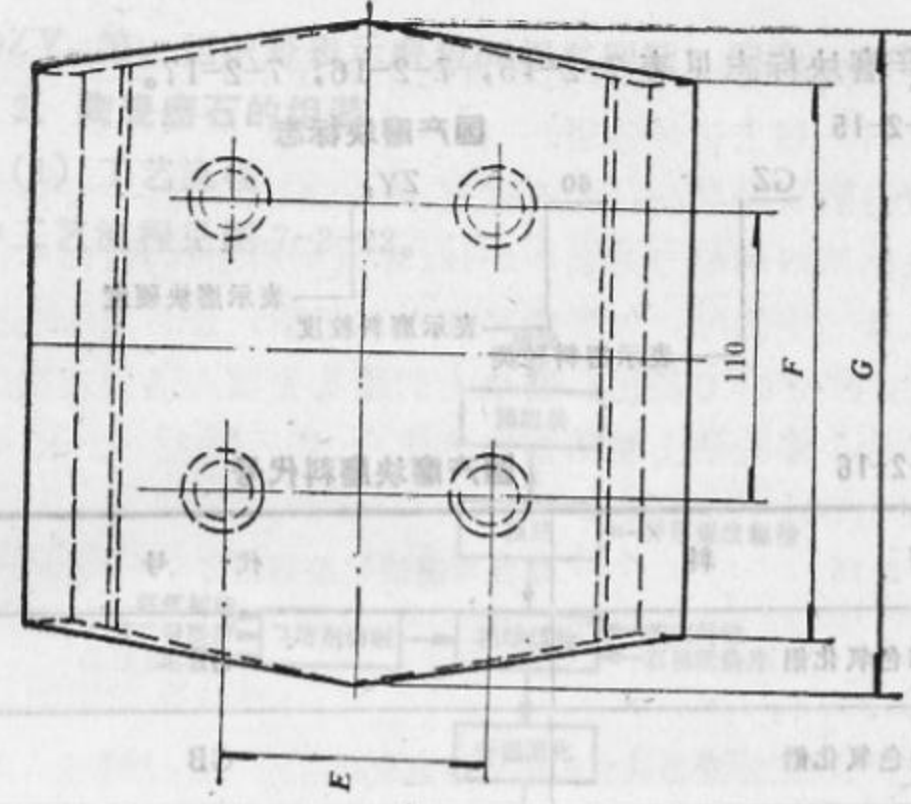


图 7-2-21 六角形磨块外形图

国产磨块标志见表 7-2-15, 7-2-16, 7-2-17。

表 7-2-15

国产磨块标志



表 7-2-16

国产磨块磨料代号

磨料	代号
棕色氧化铝	GZ
白色氧化铝	GB
绿色碳化硅	TL
黑色碳化硅	TH

表 7-2-17

国产磨块硬度代号

硬度	代号
超软	CR
软	R ₁ 、R ₂ 、R ₃
中软	ZR ₁ 、ZR ₂ 、ZR ₃
中	Z ₁ 、Z ₂
中硬	ZY ₁ 、ZY ₂ 、ZY ₃
硬	Y ₁ 、Y ₂
超硬	GY

国内通常生产的磨块有: GZ60ZY₁、GZ60ZY₂、GB60ZY₁、GB60ZY₂、TL60ZY₁、TL60ZY₂、TH60ZY₁ 及 T-

H60ZY₂ 等, 组织号表示磨粒间相对间隙, 国产一般均为 7。

2. 陶瓷磨石的组装

(1) 工艺流程

工艺流程见图 7-2-22。

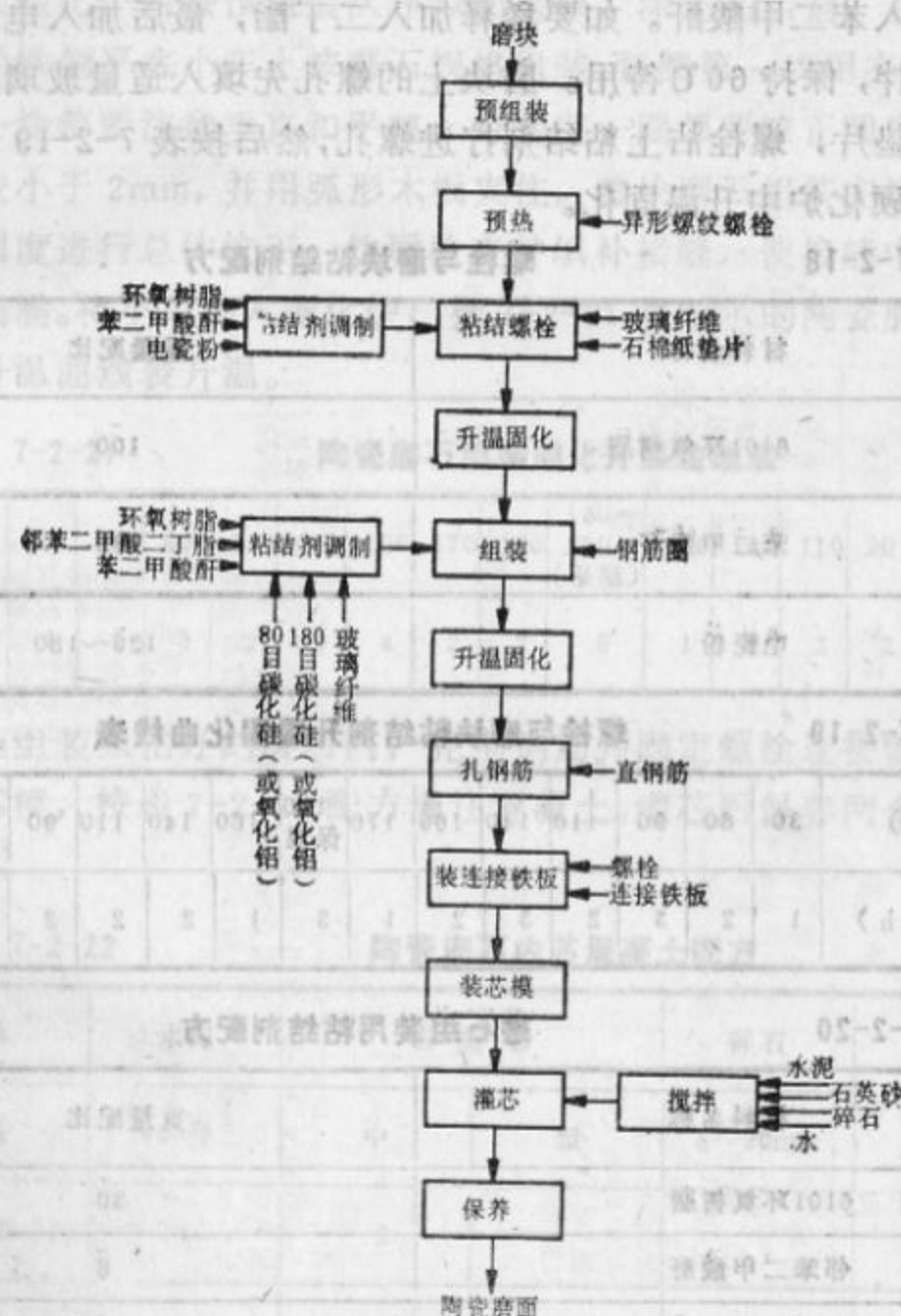


图 7-2-22 陶瓷磨石组装工艺流程

(2) 技术要求

在正式组装之前, 需要预组装, 先按规格修整好磨块, 并将

磨块与磨块间结合面打毛,然后按图在较好水平的铁车上预组装;符合要求后,划上记号备用。

螺栓与磨块粘结前,先升温至60~65℃,保温一天待用。螺栓与磨块粘结剂的配方见表7-2-18。环氧树脂加热到110~130℃,徐徐加入苯二甲酸酐。如要稀释加入二丁酯,最后加入电瓷粉,充分搅拌,保持60℃待用。磨块上的螺孔先填入适量玻璃纤维和石棉纸垫片,螺栓沾上粘结剂拧进螺孔,然后按表7-2-19升温曲线表在硬化炉中升温固化。

表 7-2-18 螺栓与磨块粘结剂配方

材料名称	重量配比
6101环氧树脂	100
苯二甲酸酐	35
电瓷粉	120~180

表 7-2-19 螺栓与磨块粘结剂升温固化曲线表

温度(℃)	30	60	90	110	140	160	170	170 保温	160	140	110	90	60	总计
时间, (h)	1	2	3	2	3	2	1	3	1	2	2	2	2	26

表 7-2-20 磨石组装用粘结剂配方

材料名称	重量配比
6101环氧树脂	30
邻苯二甲酸酐	6
苯二甲酸酐	10.5
80目、180目碳化硅(或氧化铝)	各50
玻璃纤维	少许

磨石组装用粘结剂配方,见表7-2-20。

环氧树脂加热110~130℃,先加入邻苯二甲酸酐,后加入邻苯二甲酸二丁酯,搅拌均匀,再加入碳化硅和玻璃纤维,形成一定稠度和有砌筑性能的粘结胶泥,保持60℃备用。

从硬化炉内按预组装次序取出磨块,涂上粘结剂,在校正好水平的铁制平底小车上按磨石规格组装,每圈第一块用夹具固定,每装一块都要注意垂直和平整,每装完一圈都要校正圆度,直径变化应小于2mm,并用弧形木板夹住。整块磨石组装完毕再对垂直和圆度进行总体校正,然后检查并填补接缝,使接缝中粘结剂充实饱满。将小车推入硬化炉,接7-2-21表所示的陶瓷磨石组装固化升温曲线表升温。

表 7-2-21 陶瓷磨石组装固化升温曲线表

温度(℃)	30	60	90	110	140	160	170	180	180~ 200 (保温)	160	140	110	90	60	总计
时间(h)	1	3	3	2	5	4	2	2	5	1	2	2	2	3	37

在组装固化好的磨石内,扎上钢筋并固定螺栓连接铁板,再装上芯模,按表7-2-22配方灌注混凝土。灌芯后保养两个月即可使用。

表 7-2-22 陶瓷磨石内芯混凝土配方

材料	水泥	石英砂		碎石	水灰比
规格	600号	中	粗	5~20mm	
端部	1	2			0.4
中部	1	0.5	1.5	2.5	0.5

3. 国外常用的陶瓷磨石标志
见表7-2-23。

表 7-2-23

磨料			粘 剂			特殊标记
种 类	粒 度	混 合 粒 度	硬 度	组 织	粘 结 剂 种 类	
磨料的种类有 Carborundum公 司: Aloxite(氧化 铝)或 Carborund um (碳化硅) Norton公司: Alundum (氧化 铝)或 Crystolon (碳化硅)	以筛分磨料 用的筛孔数表示 磨料的粒度	—	在磨石 中表示强度 硬度按 志度字母的 粘 结 剂 从 顺 序	指磨粒之 间相对间隙, 数字较大即 间隙较宽	粘 结 剂 种 类 用字母之 后 组 示	制造厂的记 号 表示特殊 性能
国外常用的陶瓷磨石说明						
Carborundum 公司 A60A1-M7- V10	60 磨料平均粒度 范围从16 (粗 的)到120 (细 的)	A1 表示混合粒 度和在混合 C中包 料 第1个字母 明包是号 分而度 最度 54 数字 表示 混合 度 粒	M J(软的)到 S(硬的)	7 3(密的)到 12(疏松的)	V 全磨石系 陶瓷 烧结的	10 10-特殊粘 剂 证产品重 复性

续表

磨料			粘 剂			特殊标记
种 类	粒 度	混 合 粒 度	硬 度	组 织	粘 结 剂 种 类	
Norton公司 A601-M5VG 38A546-K10VP 37C546-M7V	60 54 54 范围从14 (粗 的)到120 (细 的)	1 6 6 第3个数字表示 混合数	M K M J(软的)到 S(硬的)	5 10 7 4(密的)到 12(疏松的)	V V V 全磨石系 陶瓷 烧结的	G 特殊的粘 剂性能 G-用在普 通的和 38Alundum 或 K- 只用在Crystolon P-(多孔的)

4. 陶瓷磨石的搬运和存放

陶瓷磨石受到碰撞或震动容易破裂,因此,在搬运和存放中都要格外小心。为了安全运输磨石应用特制的防雨材料包装并固定在坚实的木垫架上。磨石在使用之前最好原封不动地存放在干燥的地方,只要可能,要在冰点温度之上。要防止磨石吸收水份,在冰点温度下结冰受到损害。磨石在搬入使用前、磨石面上保护罩应始终保持着。移动磨石应当心磨块不要被吊绳、绞链或钢丝绳所损坏。

5. 陶瓷磨石的修理

陶瓷磨石使用中如有破损或丢块,可以用水泥浆或环氧树脂胶泥为基本材料更换磨块或修补。

(1) 磨块的完整更换

① 清除破损的磨块并铲掉沾在相邻磨块上的接缝材料〔图7-2-23(A)a〕。清洁螺栓上的螺纹〔图7-2-23(A)b〕。凿走坑底露出的混凝土9.5~13mm深〔图7-2-23(A)c〕。对毗连磨块的表面打毛或开沟形成这个坑的墙〔图7-2-23(A)d〕。清洁和修整新磨块,使其适合修补的坑。在新磨块放进之前充分浇湿坑周围毗连的磨块。把新磨块浸入水中直到吸水饱和,在安装之前再排走多余的水。

② 调制水泥浆料至适合操作的浓度,加进坑内,至比坑底高13mm。每个螺栓表面和要更换上的新磨块每个38mm孔内都用泥浆涂满,然后放置新磨块入坑,〔图7-2-23(B)〕,并用木锤轻敲磨块使其固定。

③ 用泥浆填满螺栓孔和磨块之间缝隙〔图7-2-23(C)a〕。用一木棒捣泥浆使其排出空气,孔中完全充满泥浆〔图7-2-23(C)D〕。

④ 用一湿麻袋或一塑料布罩在修补的磨块上,再加压上一沙袋,静置24h,如用快干水泥,即按其所需时间而定〔图7-2-23(D)〕。

⑤ 取走加压沙袋及麻袋后,将磨块凿到与旧磨石一样高度

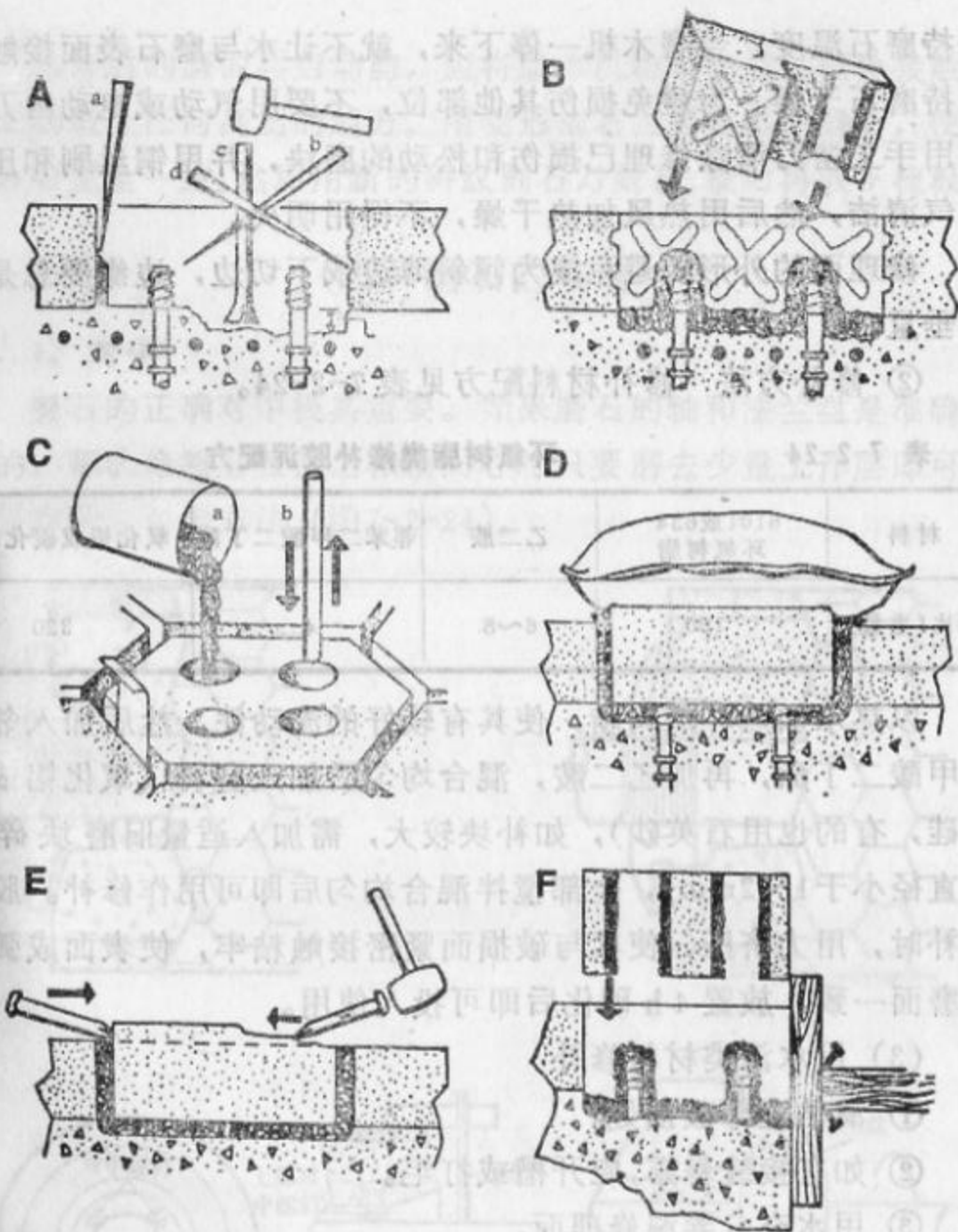


图 7-2-23 更换磨块

〔图7-2-23(E)〕。注意应从磨块外缘开始凿向中心,以防碎裂。后用37C36K88磨块或相当质量磨块研磨修整。

⑥ 当更换磨石两边的磨块时,由于只有3面毗连磨块,开放的一侧必须用木板堵住,使泥浆不致流失〔图7-2-23(F)〕。

(2) 用环氧树脂类材料修补

① 修理面的准备 为了缩短修理时的停机时间,应当尽可能

保持磨石温度。当磨木机一停下来,就不让水与磨石表面接触,保持磨石干燥。为避免损伤其他部位,不要用气动或电动凿刀,要用手工凿刀清除修理已损伤和松动的磨块,并用铜丝刷和压缩空气清洁,然后用热风加热干燥,不得用明火。

修理面的外形要避免成为倾斜薄边或下切边,边缘要总是保持垂直。

② 修补方法 修补材料配方见表 7-2-24。

表 7-2-24 环氧树脂类修补胶泥配方

材料	6101或634 环氧树脂	乙二胺	邻苯二甲酸二丁酯	氧化铝或碳化硅
配比(重量)	100	6~8	4	320

以热水加热环氧树脂,使其有较好的流动性,然后加入邻苯二甲酸二丁酯,再加乙二胺,混合均匀后加入磨料(氧化铝或碳化硅,有的也用石英砂),如补块较大,需加入适量旧磨块碎粒(直径小于1~2mm),全部搅拌混合均匀后即可用作修补。胶泥填补时,用力挤压,使其与破损面紧密接触粘牢,使表面成弧形与磨面一致,放置4h硬化后即可投入使用。

(3) 用水泥类材料修补

① 清洁全部破损处。

② 如有接缝暴露,应开槽或打毛。

③ 用水充分弄湿修理面。

④ 充分混合修补材料,加水适量调成稠厚的泥浆。修补用水泥配方50%重的早期高强度硅酸盐水泥和50%重的原磨块磨料,或用铁屑生产硬表面的混凝土。

⑤ 用泥浆填补破损处,用泥刀除去多余泥浆,使表面形成与磨面一致的弧面。

⑥ 用湿毡或湿麻袋罩上,至少保持48h。

⑦ 把罩除去后再静置一天后即可投入使用。

修补后的磨面再启动前,应将磨木机梳板提起,以免接触修理的磨块上任何高出的地方。用菱形刻石刀平整整个磨石,使磨石表面完全一致,然后用新的斜纹刻石刀刻石,最后再放下梳板。

(三) 磨石的安装

1. 对中

磨石的正确对中极其重要。如果磨石的轴和法兰盘是准确对中的,那么修整磨石使之和轴同心时只要磨去少量工作层即可。主要有两种对中方法(图7-2-24)。

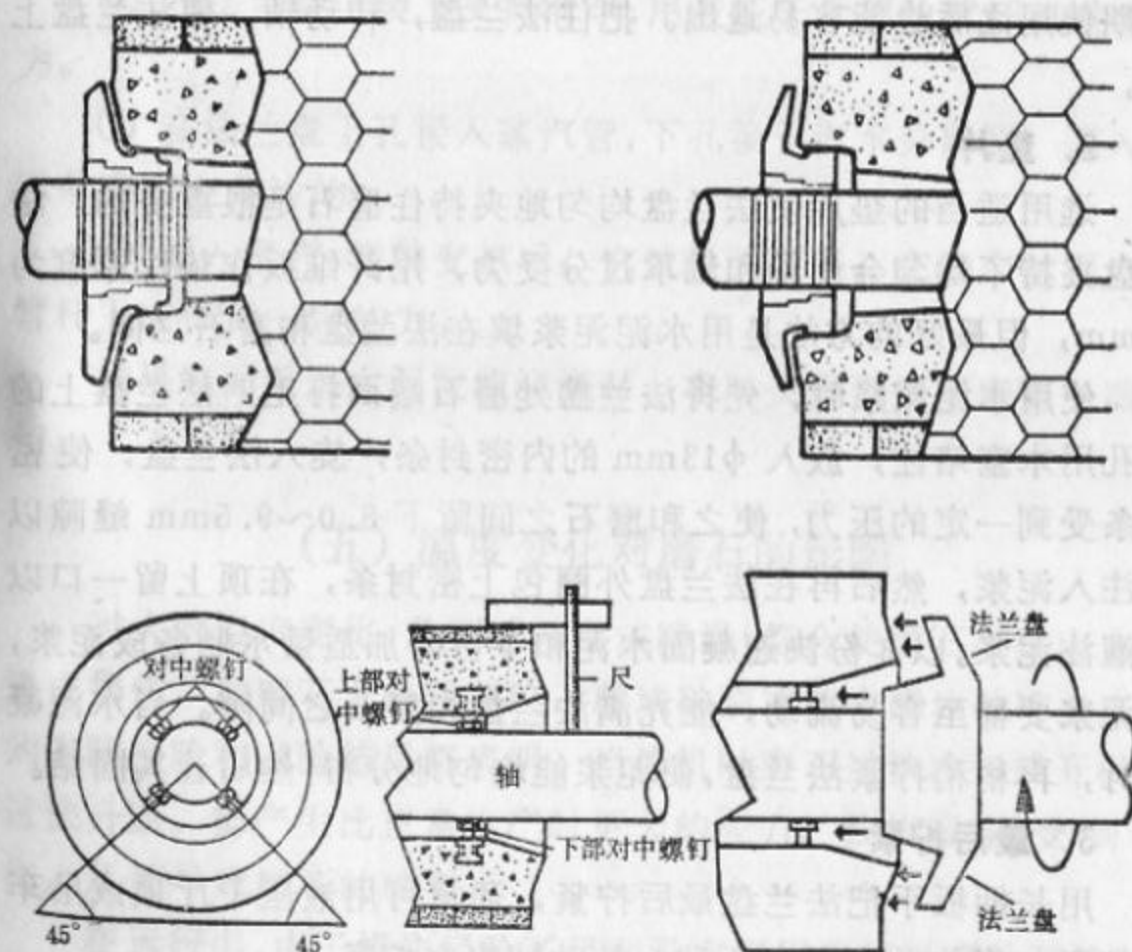


图 7-2-24 磨石的安装方法

(1) 采用自动对中法兰盘对中

把磨石的箭头标志和铭牌放在底部或靠近地面的位置,将轴连同法兰盘置于磨石中,要使装上轴的磨石安装到磨木机时保持

磨石两端与磨木机机架同等间距，将轴套、轴的螺纹以及对中的轮鼓擦拭干净，涂上不溶性耐高温油脂，拧紧法兰盘直至和磨石对中为止。

(2) 采用对中螺丝对中

转动磨石使对中螺丝与地面呈 45° 角，将轴插入磨石中，使之支承在下面的两个对中螺丝上。用铜制直尺伸出磨石面，测量轴与磨石任一边缘三点是否同心，细心调节对中螺丝，使之同心。一旦对中之后，拧紧对中螺丝，但使轴还能自由转动。

用不溶性耐高温油脂润滑轴和法兰盘上的螺丝，使法兰盘在长期使用之后也能容易退出。把住法兰盘，转动轴，使法兰盘上紧。

2. 垫片

选用适当的垫片使法兰盘均匀地夹持住磨石是很重要的。法兰盘夹持不均匀会使轴和轴承过分受力，用纤维板作垫片厚度为 13mm，但最好的方法是用水泥泥浆填在法兰盘和磨石之间。

使用水泥泥浆时，先将法兰盘处磨石端面打毛，法兰盘上的小孔用木塞堵住，放入 $\phi 13\text{mm}$ 的内密封条，旋入法兰盘，使密封条受到一定的压力，使之和磨石之间留下 $8.0\sim 9.5\text{mm}$ 缝隙以便注入泥浆，然后再在法兰盘外圈包上密封条，在顶上留一口以便灌注泥浆。以 3 份快速凝固水泥和 1 份砂加适量水制备成泥浆，这泥浆要稀至容易流动，能充满法兰盘和磨石之间隙。当水泥凝固时，再稍稍拧紧法兰盘，使泥浆能均匀地分布，然后让其固结。

3. 最后拧紧

用长柄扳手把法兰盘最后拧紧，通常可用液压千斤顶或吊车来拧紧。将法兰盘固定不动，转动轴使之拧紧。

当磨石使用时，将木段置于木库内，逐渐提高压力使木段压在磨石上，再进一步把法兰拧紧。

不要突然在磨石上加上全部压力，否则这个压力会把磨石推向一边。所以要在两袋上同时加压，以减少这一弊病。

在最后拧紧法兰盘并装入磨木机前，应将轴套和轴的螺纹密封起来，使之在整个使用过程中保持螺纹干净，无水，以利法兰盘的拆卸。

(四) 磨石的拆卸

① 将磨石连同轴一起置于拆磨石装置的轴承上，其方向和装磨石方向相反，这样抬起臂杆时就可以松开法兰盘。

② 取下密封套筒，露出两个 9.5mm 的管状螺孔。转动磨石使这两个孔一个朝上，一个朝下。

③ 在法兰盘上装上支持滑车，用液压千斤顶给臂杆以适当的力。

④ 在法兰盘上孔接入蒸汽管，下孔接于汽水分离器，通入蒸汽前磨石应是冷的。

⑤ 通入蒸汽，当轴变热后，它就松脱下来，在整个过程中，臂杆上应保持一定的力。

如果端面采用水泥泥浆浇灌时，有时要用汽锤把磨石一端打碎。

(五) 温度变化对磨石的影响

过大的温度变化，急剧地升温或降温，都会使磨石产生应力，造成损伤，如磨石上出现裂纹，磨块破裂或整个磨块破碎。工厂的实践经验和试验结果都表明：当停机时磨石过快冷却或开机时过快升温，都产生比正常生产时更大的应力，致使磨石受到损伤，从而导致磨石的破裂。

在运行中，由于操作经验不足和没有应用浆坑温度检测控制，故可能发生磨石局部的迅速过热，出现“烧石”现象。这种局部迅速过热，可能是喷水管堵塞或石块之类的杂物混入磨碎区造成的。反复迅速过热会产生累积效应，磨块的损坏和破裂可能在“烧石”后的几天或几月内发生。应定期仔细检查磨石表面，一旦发

现“烧石”应即彻底平整清除。防止产生损伤累积效应；为了防止喷水管堵塞，每班要清除堵塞的板皮并清洁喷水管。

(六) 刻 石

1. 刻石理论

不论是陶瓷磨石还是水泥磨石都是由磨粒和粘结磨粒的粘结剂所组成的。刻石不是刻单个磨粒。这些磨粒比刻石刀还硬得多。刻石是刻断包围在磨粒周围的较软的称作粘结网的粘结材料。这样除去用钝了的磨粒，暴露出新的磨粒。磨石表面结构见图 7-2-25。

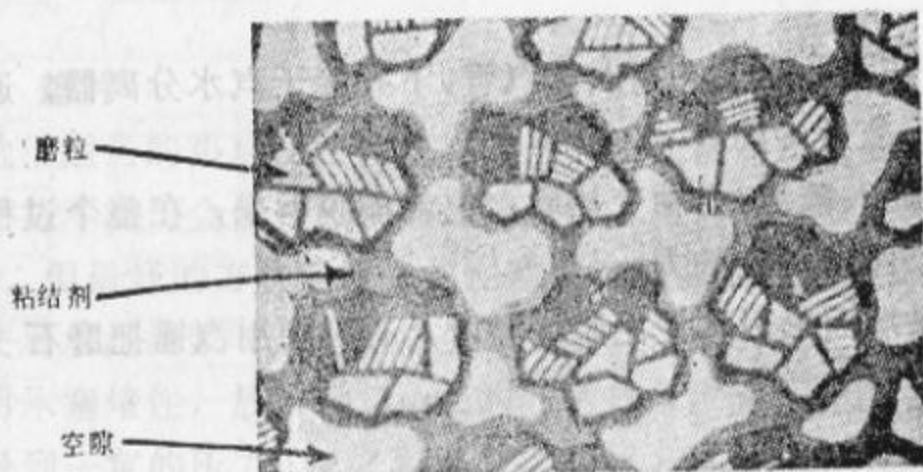


图 7-2-25 磨粒和粘结剂

由于以下的原因，必须定期刻石。

暴露新的磨粒；

减少磨石的磨浆面积；

控制木材纤维压缩和松弛频率；

控制纤维长度；

清理磨石孔隙；

把水带入磨浆区，把浆带出磨浆区。

① 暴露新的磨粒。由于木材和磨石的摩擦，一段时间后，磨粒变钝，正如上述，刻石刀利齿刻掉磨石表面粘结磨粒的粘结剂，

使钝的磨石表面变成新的尖锐的表面，刻好的尖钝磨粒的数量取决于刻石深度，刻石深度愈深，刻掉的粘结剂量愈大，由此刻出的磨粒数量也愈多。

② 减少磨石磨浆面积。研究表明在生产新闻纸用的磨木浆时，磨石表面的每个磨粒要消耗 $0.74W$ 的能量。一般新闻纸用浆的磨石其表面每平方毫米含 300 左右个活性磨粒。由此在生产新闻纸用浆时要求每平方毫米 $0.23kW$ 的能量。磨木机没有这么大的电机能提供 $0.23kW/mm^2$ ，磨木机所能提供的平均能量约 $0.12kW/mm^2$ 。因此有必要把磨石表面的活性磨粒减少到每平方毫米 155 粒。用刻石刀在磨石表面刻槽，使活性磨粒减少到一定范围，适用于生产合格的浆料。

③ 控制压缩和松弛频率。在磨浆过程中，齿面、槽和单个磨粒很快通过木材表面。每次当齿面经过木材纤维时压缩木材表面，当槽经过的松弛木材表面从而引起木材的局部加热。这种加热软化了填充在纤维中的木素，当木素完全软化后，纤维就从木材表面剥离。

带有窄齿面的齿型使得单位磨浆压力增加，这种较高的压力增加了对木材表面破坏的压力，引起木材局部加热的增加。木素的进一步软化造成较长的纤维和纤维束从木材上的剥离，导致浆料有较高的游离度。

图 7-2-26 为磨石齿型的横断面。

④ 纤维长度的控制。纤维长度不仅受上面所讨论的木素软化程度的控制，而且还受已经剥离的纤维的复磨程度控制。磨石表面的槽把纤维带出磨浆区以防止这些纤维受到复磨，深的槽有助于生产长纤维浆，磨浆区对纤维的作用可通过增加刻石刀齿型的斜角来延长，以便生产低游离度、短纤维的浆料。

刻石刀的斜角和磨浆区长度见图 7-2-27。

⑤ 清理磨石孔隙。当树脂和碎纤维填充磨石孔隙时，由于孔隙起着散发热量和控制磨石温度的作用，因此这些孔隙的严重堵

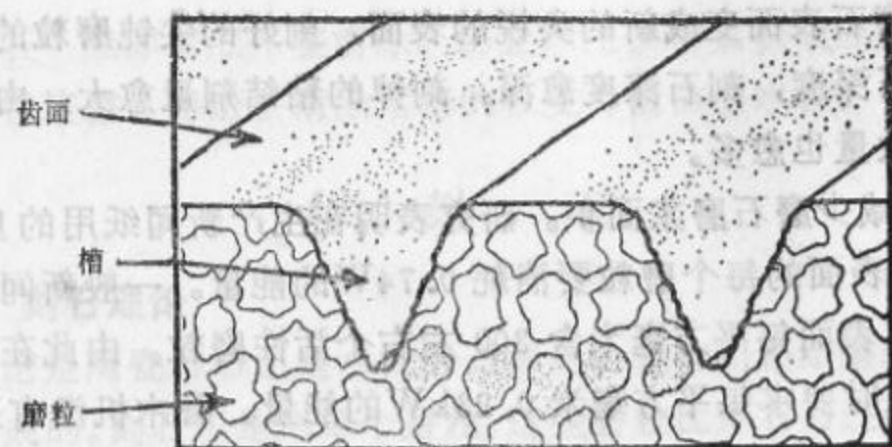


图 7-2-26 磨石齿型的横断面

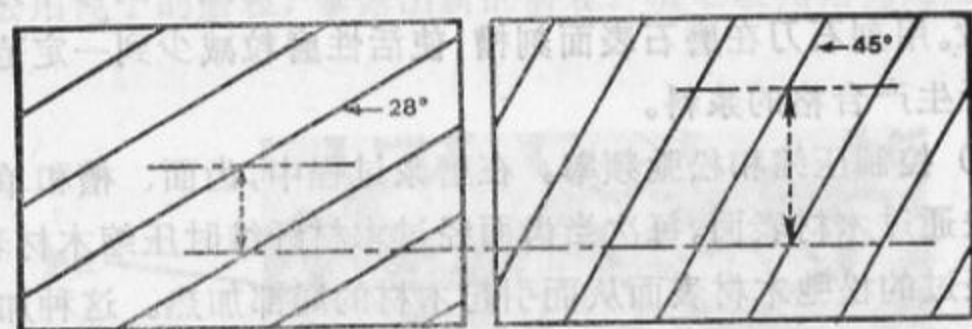


图 7-2-27 刻石刀的斜角和磨浆区长度

塞会引起磨石表面爆裂和烧焦。刻石不仅仅暴露新的磨粒，而且还暴露新的孔隙，它能吸收冷却水并且调节磨石温度。

⑥ 冷却磨浆区和磨石。在磨石表面开槽使磨石的总表面积增大，有助于改善磨石表面热量的散发，在磨浆区里有充足的水量是很重要的，否则磨石表面会烧焦不能磨浆。槽把喷淋水输送到磨浆区，槽的深度控制着槽的容积和进入磨浆区的水量。

磨石表面深的和浅的槽见图 7-2-28。



图 7-2-28 磨石表面深的和浅的槽

2. 刻石刀的类型

刻石刀的四种基本型式是：斜纹、菱形、沟纹、螺纹。标准的刻石刀和“可控深度”刻石刀的齿角为 42° ，少数斜纹刻石刀称作细齿刻石刀的齿角为 24° 。

标准型和细齿型刻石刀见图 7-2-29。



图 7-2-29 标准型和细齿型刻石刀

(1) 斜纹刻石刀

斜纹刻石刀的齿是与刻石刀的轴成一定角度排列的，称作斜角，斜角可在 $5^\circ \sim 75^\circ$ 内变化。尽管通常以斜角表示，但斜纹刻石刀的齿不是螺纹形，也不能刻出螺纹形的齿型。

当斜纹刻石刀在磨石的表面刻出一系列对角线时，这些槽相对于磨石轴的角度就是刻石刀的斜角。由于这些槽与所磨的木段不平行，因此它们通过剪切作用从木材上剥离纤维。

斜角愈接近 0° ，磨出的纤维愈长；相反，斜角愈大，纤维愈短。斜角小的磨石产量大于斜角大的，但浆料质量通常不够好。

斜纹刻石刀有下列数目：1、2、3、4、6、8、9、10、11、12、14、16、18、24 和 $5^\circ \sim 75^\circ$ 之间任一斜角，最常用的斜角是 24° 、 28° 和 45° 。目前多数磨石的刻石采用斜纹刻石刀。

斜纹刻石刀如图 7-2-30 所示。

刻石刀目数和斜角的测定见图 7-2-31。

为了说明“目数和斜角”的概念，我们把一只斜纹刻石刀放在一张纸上沿箭头所指的方向滚动画成草图，它表示刻在磨石表面的齿型。

图 7-2-31(左图)表明怎样测定目数，25.4mm (1in) 内的印痕数(如图指出的)即为刻石刀的目数。由图 7-2-31(右图)可以看出，从刻石刀齿的一端作另一端的垂线形成一个直角，垂线和



图 7-2-30 斜纹刻石刀

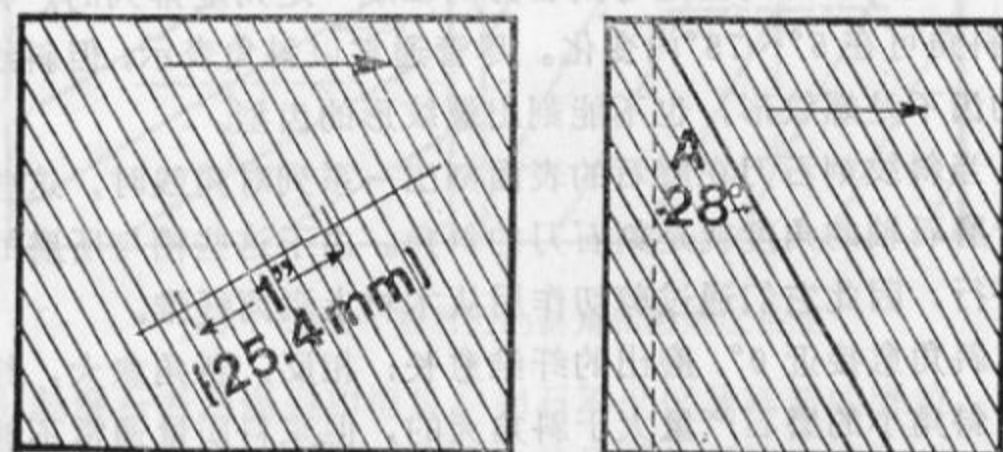


图 7-2-31 刻石刀目数和斜角的测定

刻石刀齿所夹的角即为斜角。以前斜角用英寸表示，现多为角度示之。表 7-2-25 为用英寸和角度表示斜角间的换算。

(2) 菱形刻石刀

菱形刻石刀是通过刻成相互垂直的槽或沟制成的。齿的形状为锥形和菱形，菱形刻石刀的尺寸有：6、8、10、12、14、16、18 和 24。这些数字表示 25.4mm (1in) 的齿数。

菱形刻石刀是用来找平和去除磨石齿型，很细的菱形刻石刀用于石面的清洁及齿面的处理，少数情况下，这种刻石刀用作初步刻石。

表 7-2-25

斜角换算表

in(英寸)	角度
$\frac{1}{4}$	5°0'
$\frac{1}{2}$	10°20'
$\frac{3}{4}$	15°30'
1"	20°0'
1 $\frac{1}{4}$ "	24°0'
1 $\frac{1}{2}$ "	28°0'
1 $\frac{3}{4}$ "	32°0'
2"	35°20'
2 $\frac{1}{4}$ "	38°40'
2 $\frac{1}{2}$ "	41°40'
2 $\frac{3}{4}$ "	44°20'
3"	46°50'

图 7-2-32 为菱形刻石刀。

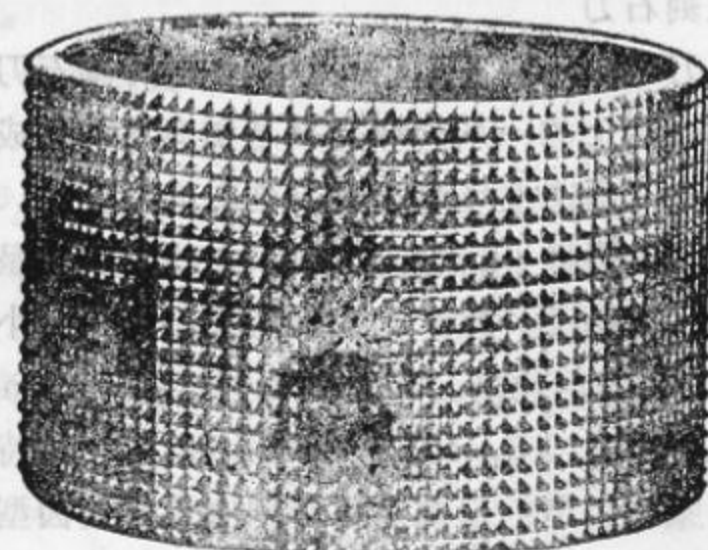


图 7-2-32 菱形刻石刀

(3) 沟纹刻石刀

沟纹刻石刀的齿与刻石刀轴平行。刻出的槽与磨石的轴平行，这些槽与所磨的木段平行，使得长而且粗的纤维从木材上剥离下来。这种刻石刀刻出的磨石，磨出的浆料纤维长，游离度高，且能耗低、产量大。沟纹刻石刀的目数有：2、3、4、6、8、9、10、11、12、14、16、18 和 24。

图 7-2-33 为沟纹刻石刀。

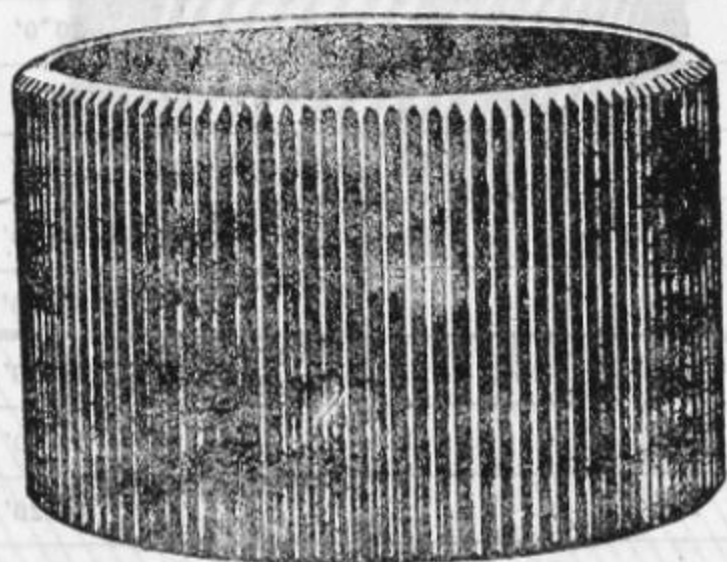


图 7-2-33 沟纹刻石刀

(4) 螺纹刻石刀

螺纹刻石刀与沟纹刻石刀正好相反，这种刻石刀的齿是连续的。刻在磨石表面上的一系列环几乎是和磨石的轴成直角，但和直角有一点偏差，理论上环绕在磨石刻出的是螺纹，这种齿型对木材纤维的剪切作用很小，趋向于以和木材的纹路呈直角地把纤维从所磨的木材上撕下。生产的浆料游离度低，细小纤维含量高和粗渣少，单位动力消耗高。螺纹刻石刀按每 25.4mm(1in)的目数分级，有 4、6、8、10、12、14 和 16 目。有一种特殊的多螺纹刻石刀用于在原有齿型的基础上重新刻出更好的齿型。现有的多螺纹刻石刀尺寸有 6MS、8MS、10MS 和 12MS。

图 7-2-34 为螺纹刻石刀。

3. 齿型的选择



图 7-2-34 螺纹刻石刀

(1) 选择齿型的理论

一块磨石应选用什么样的齿型取决于许多变量，如磨石组成、木材质量、电机容量、磨木机型式、磨石线速度、所希望的游离度范围、用于生产什么纸种以及刻石设备的条件。在齿型选择中首先应考虑的是选一种能生产合适浆料游离度的齿型。

齿型选择理论可简化成一个公式。磨浆的基本公式：

$$Q = P_s$$

式中 Q ——浆料质量

P_s ——磨浆的比压力

可进一步简化成 $P_s = CSF$ 或单位磨浆压力控制游离度。当 P_s 增加时，使木材纤维变形的压力增加，同时增加了木素的加热速率(这些木素是在木材中把纤维粘在一起的)，木素软化越快从木材上分离出的纤维越长，纤维束越多，从而导致浆料游离度的上升。

公式 $P_s = CSF$ 可变化成 $LW = CSF$ 齿面宽度等于游离度。齿面宽度代表磨石齿型面的宽度，是以与槽边呈 90° 角测定的。这样直接地控制比磨浆压力，因而也就控制了浆料质量，上述公式假定电机负荷是恒定的。

对于任何给定的刻石刀齿型，磨石的理论磨浆面积可用下列公式计算：

$$G = D \times W - \left[\frac{2(d \times \tan \cdot A) \times W}{\sin \cdot B} \right] \left[\frac{D}{P} \right] \left[\frac{1}{\sin \beta} \right]$$

式中 G ——磨浆面积

D ——磨石直径

W ——磨石宽

d ——齿槽深

A ——齿夹角/2

β —— $90^\circ \sim$ 斜角

P ——刻石刀齿距，in， $P=1/p$ ， p 为刻石刀目数

表 7-2-26 说明规格 67in×54in (1700×1370mm) 的磨石用不同齿型刻石刀刻后的磨浆面积，假定槽深为恒量 0.04in (1.0mm)。

表 7-2-26 不同齿型的磨浆面积

齿型	磨浆面积(in ²)
6×28°×0.04"	9272
8×28°×0.04"	8574
10×28°×0.04"	7876
12×28°×0.04"	7178

注 1in²=6.4516×10⁻⁴m²

从表 7-2-27 我们看到对于某一种刻石刀齿型来说，槽深的变化对磨石磨浆面积的影响，这说明精确控制刻石深度的重要性。

(2) 齿型选择基准

表 7-2-27

不同槽深的磨浆面积

齿型/深度	磨浆面积(in ²)
10×28°×0.034"	8749
10×28°×0.040"	7876
10×28°×0.050"	7003

注：1in²=6.4516×10⁻⁶m²

① 目数较多的刻石刀刻出的磨石齿面宽度较窄，所磨出的浆料游离度较高。

图 7-2-35 为窄齿面的磨石。

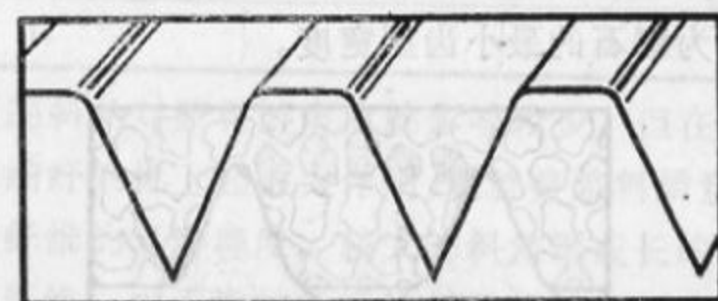


图 7-2-35 窄齿面的磨石—高CSF

② 为了生产游离度较低的浆料，应采用目数较少的刻石刀，以增大磨石齿面宽度。

图 7-2-36 为宽齿面的磨石。

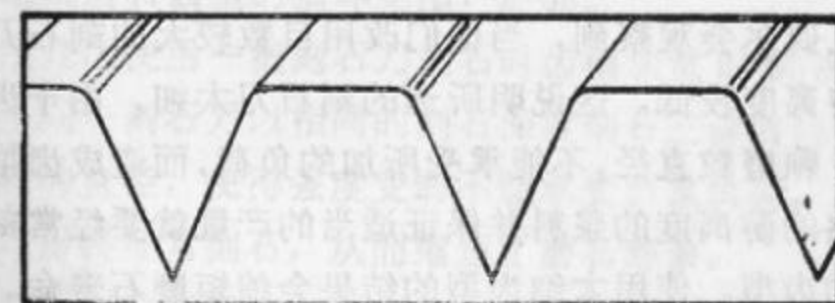


图 7-2-36 宽齿面的磨石—低CSF

③ 为了对磨石施加较多能量以改善浆料质量,而不改变游离度,应采用较少目数的刻石刀,提高齿面宽度。

④ 磨粒较粗的磨石要求较宽的齿面宽度,即用目数较少的刻石刀。

⑤ 磨木机的电机愈大生产同样游离度浆料所要求的齿面宽度愈大。

⑥ 磨木机的线速度愈大生产同样游离度浆料所要求的齿面宽度愈大。

(3) 磨粒的大小

应该特别注意磨石中磨粒的平均尺寸,确保不要选择齿面宽度太窄的齿型。齿型根部的宽度至少要有能容纳5颗磨粒直径的宽度,以便齿有足够的强度以承受磨浆负荷。

图 7-2-37 为磨石的最小齿型宽度。

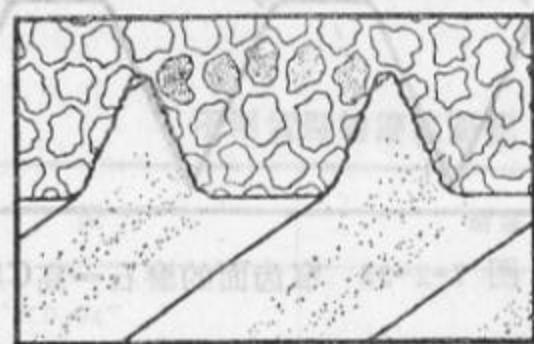


图 7-2-37 磨石的最小齿型宽度

表 7-2-28 按照磨石中磨粒的尺寸,建议选用的最细的刻石刀目数。

操作工偶尔会观察到,当他们改用目数较大的刻石刀时,磨出的浆料游离度较低,这说明所选的刻石刀太细,由于齿型底部宽度不到5颗磨粒直径,不能承受所加的负荷,而造成齿型损坏。要生产合格的游离度的浆料并保证适当的产量就要经常刻石,以保持较窄的齿型。使用太细齿型的结果会缩短磨石寿命。

(4) 齿型的斜角

表 7-2-28 按照磨石中磨粒尺寸,建议选用的最细的刻石刀目数

建议选用的最细的 刻石刀目数	磨石磨粒目数	磨 粒 尺 寸	
		in	(μm)
4 或较粗	24	0.0408	1035
4	30	0.0365	930
8	36	0.0280	710
10	46	0.0200	508
10	54	0.0170	430
10	60	0.0160	406
12	70	0.0131	328
16	80	0.0105	266

齿型的斜角对浆料游离度的影响较少,但在决定纤维长度,长宽比和细纤维化上起很大作用,这就是浆料质量的L和S因子。斜角影响纤维的复磨程度。较大的斜角形成长的磨浆区,导致较多的细长纤维。由于增加纤维的复磨使得产量稍为降低。增大斜角将减少磨浆面积,尽管这个影响程度要比改变刻石刀的目数少得多。

(5) 刻刀的使用次数

重复使用刻石刀由于齿槽变宽将影响磨石的磨浆面积。齿槽的加宽减小了齿面宽度从而导致浆料游离度的增加。重复使用刻石刀会造成磨石齿型的损坏见图7-2-38。

连续几次使用一把刻石刀刻石时齿槽加宽的情况见图7-2-39。采用同一刻石刀以相同的刻石深度刻石三遍后齿面宽度小于5颗磨粒的直径,使得强度变弱不能承受磨浆负荷。结果是齿型遭破坏,需要经常刻石,从而缩短了磨石寿命。

(6) 刻刀的型号

各种浆料最常采用的刻石刀型号见表7-2-29,它将作为选择

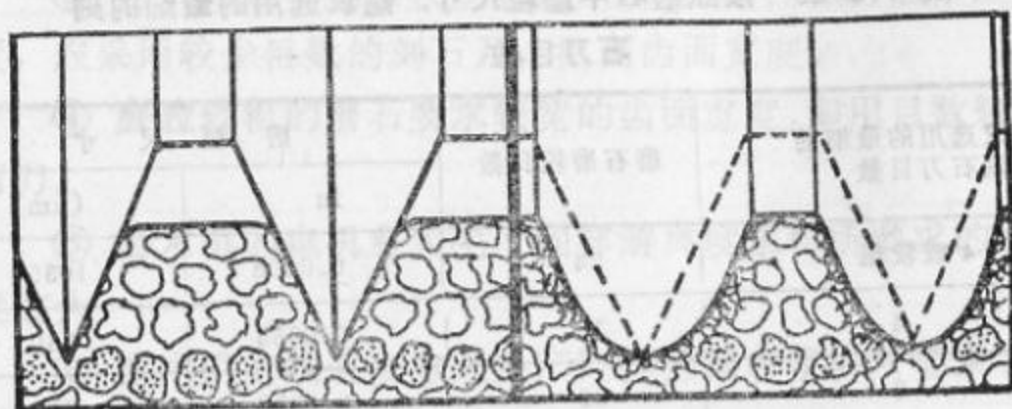


图 7-2-38 钝的刻石刀加宽了磨石齿槽

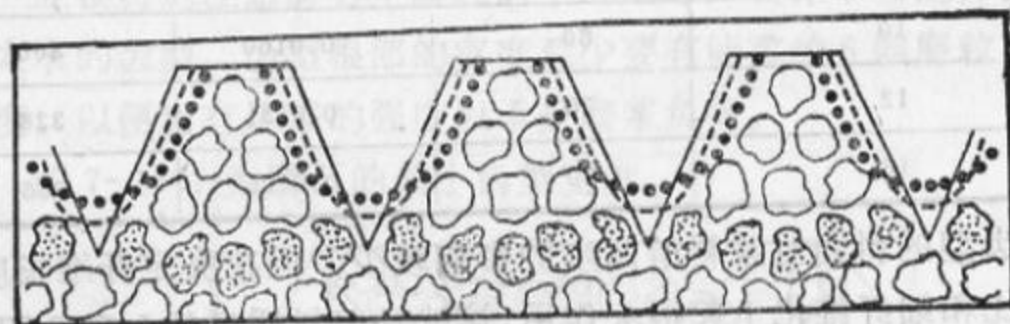


图 7-2-39 重复刻石加宽了磨石齿槽

表 7-2-29 各种浆料最常采用的刻石刀型号

浆 种	使用地区	刻石刀型号
新闻纸用浆	加拿大东部、美国东北部、欧洲	10×28°
	加拿大西部	4×28°, 6×28°
	美国南部	6×28°
低定量涂布纸用浆		8×28°, 12×28° 可控深度刻石
涂布和未涂布印刷纸用浆		12×28°, 12×45°, 16×28°

刻石刀的起点，工厂必需通过试验确定最终采用的刻石刀型号。

4. 刻石技术

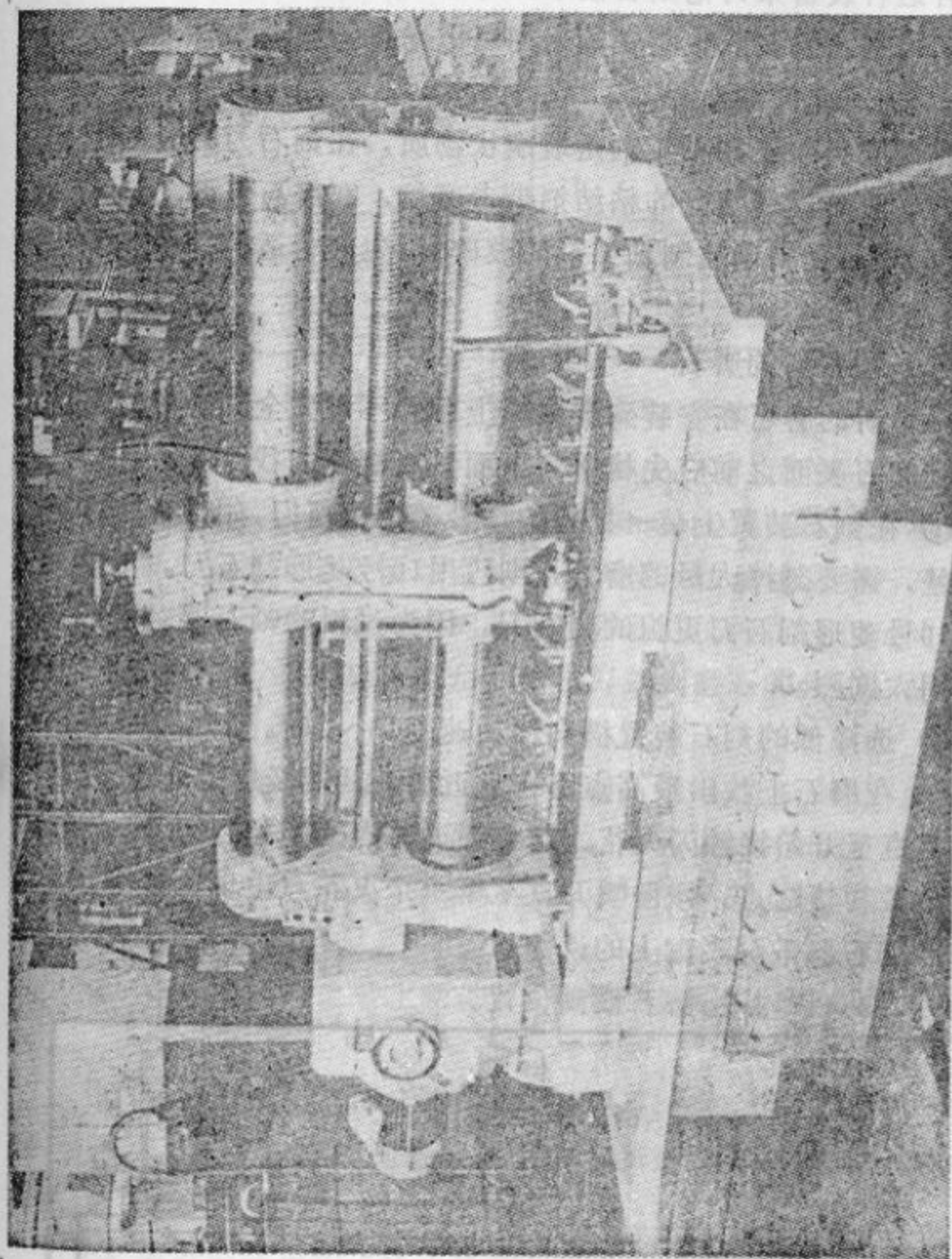


图 7-2-40 刻石器

(1) 引言

现代化刻石器都装有千分表,可以非常准确地操纵刻石,下面以有这种装备来讨论刻石技术。对老式磨木机刻石器没有装千分表,如何正确刻石也将在篇末加以讨论。

图 7-2-40 为刻石器。

粘结磨料粒子的粘结剂是玻璃状物质,在刻石刀的尖齿下易于破碎,正是这些破碎的粘结剂带走磨粒,在磨石表面上形成齿型。好的刻石是精确控制粘结剂的破碎量,生产合适的寿命长的齿型。

(2) 找平新的磨石

一个新的磨石在安装到磨木机上后并不是完全同心的,在齿型刻到磨石表面之前应先找平。下面是新磨石的找平方法:

① 在刻石装置上装一把新的12号菱形刻石刀,如果磨石圆整度很差,需要刻掉大量的磨料,则可用10号菱形刻石刀。不宜使用比10号菱形刻石刀更粗的刻石刀,因为过粗的刻石刀对磨石表面作用太剧烈。

② 选择低的刻石装置横向移动速度15~20s。

③ 在磨石上找出最高点即在靠近磨石两端及中部刻石刀下落喂刀直至开始接触闪火花。这个闪火花点就是刻石刀齿与磨石表面的最初接触点,慢慢喂刀直至第一个火花点出现,记下每次喂刀时刻石器千分表盘上的读数。

图7-2-41是找出磨石最高位置。

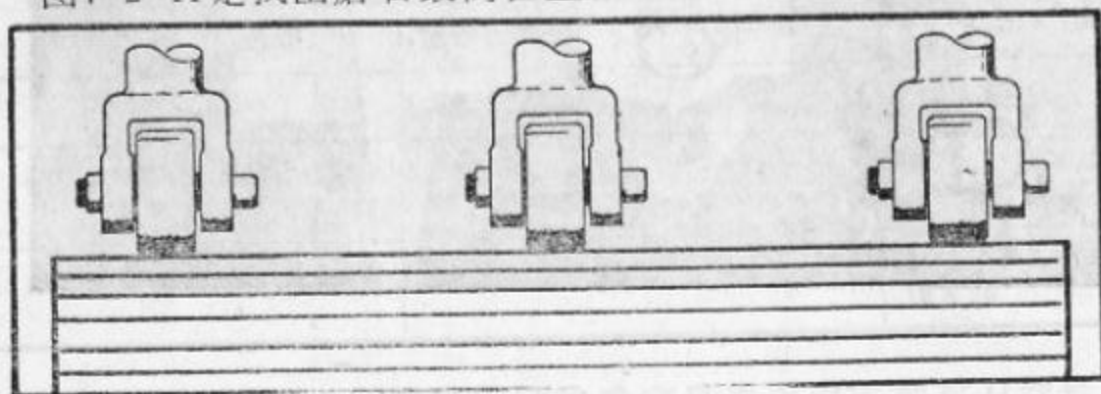


图 7-2-41 找出磨石最高位置

④把刻石刀置于磨石端部并伸出一半,在磨石的较高或直径较大的部位开始找平,沿磨石横向移动刻石刀以确保刻石刀只轻轻地与磨石表面接触。

图 7-2-42 为找平时要沿两方向移动

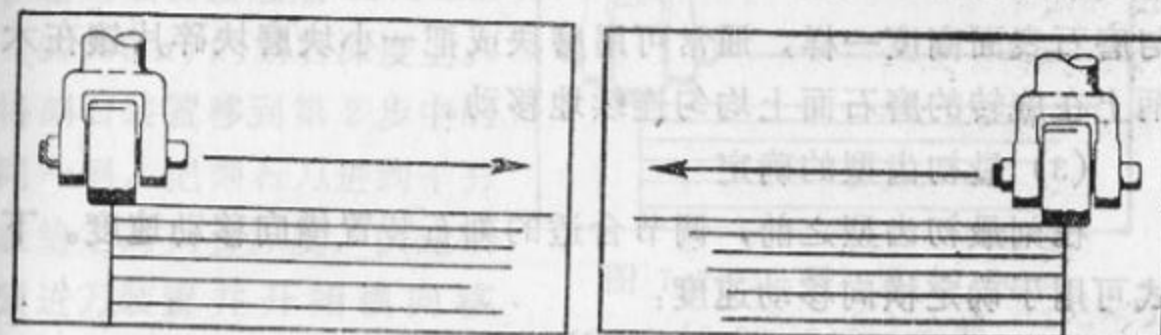


图 7-2-42 找平时要沿两方向移动

⑤ 重新把刻石刀置于磨石端部并伸出一半,把千分表固定在超过由第3步读出的最高点读数的0.38mm(0.015in)处,将刻石刀压到磨石直至千分表所给定的刻石深度,快速锁紧刻石刀进刀位置开始横向移动。不允许刻石刀在磨石端部停留过长时间。横向刻石三次但不能回刻。不允许刻石刀刻到磨石的外边,而且在端部停留过长时间。

⑥ 进一步进刀0.25mm(0.010in)。横向通过三次,但不能回刻。不允许刻石刀刻到磨石的外边。

⑦ 再进一步进刀0.25mm(0.010in)横向刻石三次,然后改用新的12号菱形刻石刀。

⑧ 在刻石装置上装上新的12号菱形刻石刀,找出最初接触点。

⑨ 继续第6和第7步操作直至刻石刀与整个磨石表面接触,菱形刻石刀在9次横向刻石后应更换。当刻石刀与磨石表面完全接触时即找平了磨石,这个工序就可以结束。

⑩ 最好去除由于上述工序留在磨石表面上的菱形齿型,为了达到这个目的,在刻石装置上换上16号或更细的菱形刻石刀,找到最初接触点,按第6和第7步采用3次进刀,总共横向通过磨

石9次。

磨石找平可能导致磨块间的粘结材料比磨料表面高出,这种情况的发生是由于大多数磨石刻石刀无法刻掉或磨掉软的具有弹性的粘结材料。在进一步继续加工之前,应当打掉粘结材料直至与磨石表面高度一样,通常可用磨块或把一小块磨块碎片镶在木柄上在旋转的磨石面上均匀连续地移动。

(3) 最初齿型的确定

在刻最初齿型之前,调节合适的刻石装置横向移动速度。下式可用于确定横向移动速度:

$$BT = \frac{60W_s}{S_s \times W_b} \times 1.10$$

式中 BT——刻石刀横走速度 (s)

W_s ——磨石宽度 (mm)

S_s ——磨石转数 (r/min)

W_b ——刻石刀宽度 (mm)

从这个公式计算的速度,磨石每转一周,刻石刀重复10%,采用秒表示刻石器速度。在以磨木机液压系统为动力运转的液压刻石装置,要确保刻石器整个横向速度均匀,而且磨木机装料周期不影响这个速度。横向速度沿左右方向均应相等,根据所要刻的齿型选择合适的刻石刀。步骤如下:

① 在刻石装置上装上新的刻石刀,将刻石装置移到磨石中央,进刀直至最初接触点。(最初接触点的定义见前面)。记下读数,退出刻石刀。

② 把刻石装置移到磨石的一端,固定刻石刀使得它的一半宽度与磨石接触。将千分表固定在超过最初接触点0.5mm(0.020in)的刻石深度,把刻石刀进到千分表给定的刻石深度,快速锁紧进刀装置并在开始横向移动,刻石刀不允许在磨石端部停留时间过长,边转动边通过磨石直至另一端。

图7-2-43为最初通过0.5mm(0.020in)刻石深度。

③ 取下用过的刻石刀,装上规格相同的新刻石刀。

④ 按上述第2步找出最初接触点,将千分表固定在超过最初接触点0.76mm(0.030in)的刻石深度上。将刻石装置移到第2步中的同一侧,把刻石刀进到千分表给定的刻石深度,快速锁紧进刀装置并开始横向移动,刻石刀不允许在磨石端部停留过长时间。和第2步的刻石走向相同,边转动边通过磨石直至另一端。

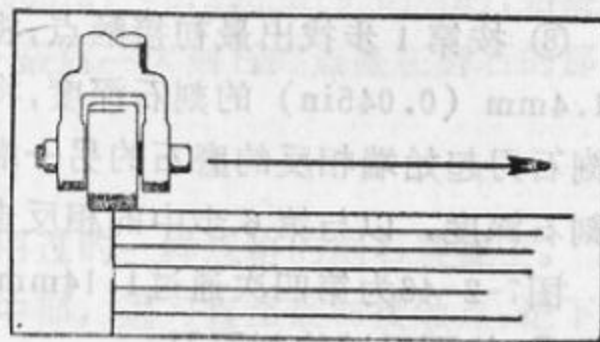


图7-2-43 最初通过0.5mm
(0.020in)刻石深度

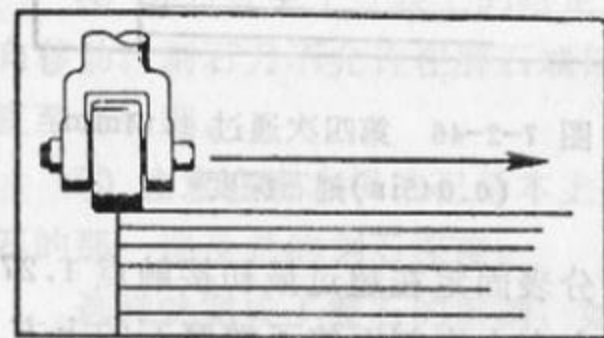


图7-2-44 第二次通过0.76mm
(0.030in)刻石深度

图7-2-44为第二次通过0.76mm(0.030in)刻石深度。

⑤ 换下用过的刻石刀,装上规格相同的新刻石刀。

⑥ 按上述第1步找出最初接触点。将千分表固定在超过最初接触点1.0mm

(0.040in)的刻石深度。将刻石装置移到第2步中的同一侧。把刻石刀进到千分表给定的刻石深度。快速锁紧进刀装置并开始横向移动。刻石刀不允许在磨石端部停留过长时间,和第2步的刻石刀走向相同,通过磨石直至另一端。

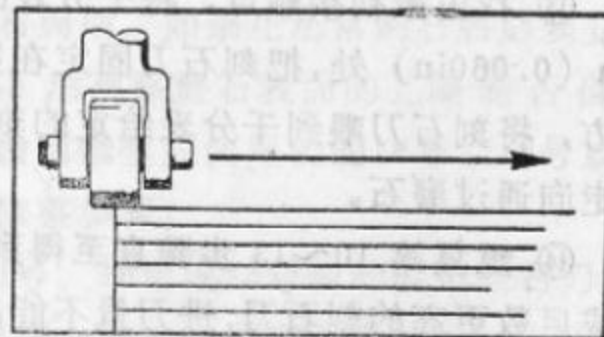


图7-2-45 第三次通过1.0mm
(0.040in)刻石深度

图7-2-45为第三次通过

1.6mm(0.040in)刻石深度。

⑦ 换下用过的刻石刀，装上同样规格的新刻石刀。

⑧ 按第1步找出最初接触点，将千分表固定到超过最初接触点1.4mm(0.045in)的刻石深度，将刻石刀固定在与用作前面三把刻石刀起始端相反的磨石的另一端，把刻石刀进到千分表给定的刻石深度，以与第6步中的相反走向通过磨石直至另一端。

图7-2-46为第四次通过1.14mm(0.045in)刻石深度。

⑨ 换下用过的刻石刀。

注意在磨木机的记录本上记下最后的一次刻石的终点是在磨石的那一端及总的刻石深度。如果所要求的齿型深度还要深，可继续下列步骤：

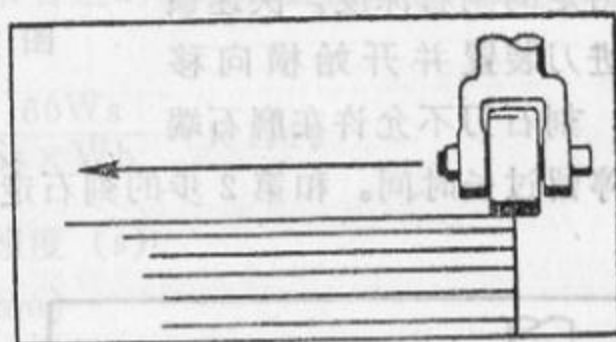


图 7-2-46 第四次通过 1.14mm
(0.045in)刻石深度

⑩ 装上同样规格的新刻石刀。

⑪ 找出最初接触点，将千分表固定在超过最初接触点1.27mm(0.050in)处，把刻石刀固定在上次刻石終了端磨石的上方，将刻石刀进到千分表给定的刻石位置，沿与第8步中的相反走向通过磨石。

⑫ 换下用过的刻石刀，装上同样规格的新刻石刀。

⑬ 找出最初接触点，将千分表固定在超过最初接触点1.5mm(0.060in)处，把刻石刀固定在第11步刻石终了一端磨石的上方，将刻石刀喂到千分表给定的刻石装置，沿与第11步中的相反走向通过磨石。

⑭ 重复第10~13步骤直至得到所希望的齿型深度，对于10目或目数更高的刻石刀，进刀量不能超过最初接触点1.5mm(0.060in)；6~9目的刻石刀进刀不能超过最初接触点2.0mm(0.080in)；2~4目的不能超过最初接触点2.5mm(0.100in)。注意由于

刻石刀齿的磨损，实际上刻在磨石上的齿型深度比千分表上显示的刻石深度小约0.13mm(0.005in)~0.25mm(0.010in)，始终要注意在磨木机的记录本上记下最后一次刻石终点是在磨石的那一端及总的刻石深度。

(4) 重新刻石

① 把刻石刀装在与先前用过的一样规格的刻石装置上。

② 将刻石装置移到磨石中部，进刀直至最初接触点，记下读数并退出刻石刀。

③ 把刻石刀固定在前次刻石终了的一端，并伸出磨石端部1/2刻石刀宽度，将千分表定在超过最初接触点，与所要求的沟槽总深相等的位置。

④ 进刀直至千分表上的给定点，快速锁紧进刀装置并开始横向移动。刻石刀不允许在磨石端部停留过长时间，一次通过磨石直至另一端。

⑤ 注意在磨木机的记录本上记下最后一次刻石终点是在磨石的那一端及总的刻石深度。

这样就完成了磨石的重刻，如果运行几小时后发现这样的刻石还不够，重复上述第1~5步，但不要增加槽的总深度。

(5) 齿面的修整

有时刻石后，游离度或产量并没有增加，可以设法修整齿面以暴露齿型顶部的新磨粒，这比将磨石刻得又尖、又深要好得多。这方法也可用于延长正常刻石周期，如果在正常刻石后必须立即进行齿面修整，建议过3~4h后观察磨石表面的孔隙能否自动扩大，变得易于切断纤维。齿面修整应使用新的16号、18号或24号菱形刻石刀。下面是齿面修整步骤：

① 在刻石装置上装上16号、18号或24号新的菱形刻石刀。

② 把刻石刀置于磨石中部上方，进刀直至最初接触点，记下千分表的读数并退出刻石刀。

③ 把千分表固定在超过最初触点0.05mm。(0.002in)

④ 将刻石刀置于上次刻石终了一端的磨石上方,并伸出磨石端部一半。

⑤ 进刀直至千分表的给定值,快速锁紧刻石进刀装置,开始横向移动。刻石刀不允许在磨石端部停留过长时间。横向移动的速度应与刻石时的横向移动速度相同。

(6) 钝石

钝石只宜用于特殊的情况或改变浆料的等级时使用。经常钝石说明磨石刻得不好。砖块、磨损的24号菱形刻石刀或由刻石刀厂家生产的平滑刻石刀均可用来钝石。用砖钝石的程度最大,其次是磨损的24号菱形刻石刀,最后是平滑刻石刀。用磨损了的菱形刻石刀或平滑刻石刀的钝石方法如下:

① 把刻石刀装在刻石装置上。

② 置刻石刀于磨石中部,进刀直至最初接触点。记下千分表上读数并退出刻石刀。

③ 把刻石刀置于上次刻石终了的一端的磨石上方,并伸出磨石端部一半。

④ 把千分表固定在超过最初接触点0.05mm (0.002in)。

⑤ 进刀直至千分表的给定值,连续通过磨石两次不停下刻石器,将开始钝石的这一端作为钝石终侧,用正常的刻石横向移动速度。

磨石表面也可以用砖钝石,这种砖可以是软的耐火砖或磨块,37C36-N7V 是一种好的磨块。在砖块上装上一个木柄便于操纵使用。在磨石表面上徐徐来回移动砖块。

(7) 磨石的定期找平和齿型的去除

每次刻石刻石刀都要力图跟踪在相同的槽上刻石。由于磨损,磨石直径变小,磨石的圆周也变小,当刻石刀力图跟踪相同槽时,由于圆周变小,槽变宽。这样齿面变窄导致损坏。为此,建议在常规下,每三个月除掉齿型一次,在磨石表面重新刻新齿型。下列是除掉齿型的方法:

① 在刻石装置上装上12号新菱形刻石刀,精刻石装置移至磨石中部。

② 找出最初接触点,记下千分表的读数并退出刻石刀。

③ 将刻石装置移到磨石的一端并伸出磨石端部一半,把千分表固定在超过最初接触点0.25mm (0.010in)。

④ 进刀直至千分表的给定点。快速锁紧刻石进刀装置,并开始横向移动。刻石刀不允许在磨石端部停留过长时间,在不改变进刀量下三次通过磨石。不要让刻石刀脱离磨石端部,刻石器横向移动速度应当为15~20s。

⑤ 重新固定千分表进刀量至超过最初接触点0.5mm (0.020in),三次通过磨石而不改变进刀量,不要让刻石刀脱离磨石边缘。

⑥ 再次重复第5步,使进刀量增至超过最初接触点0.25mm (0.010in)~0.76mm (0.030in)。

⑦ 在进刀总深度0.76mm (0.030in)或三次分别进刀后,用新的12号菱形刻石刀代替磨损的12号菱形刻石刀。

⑧ 重复第2~6步再进行三次进刀,每次进刀量为0.25mm (0.010in),到此为止从磨石表面大约刻掉1.27mm (0.050in)磨粒(总刻石深度减掉齿的磨损量)。

⑨ 在刻石装置上装上14号新菱形刻石刀。重复第A~F步,以上次通过磨石的终端为起点,用这把刻石刀进刀三次。

⑩ 卸下磨损的刻石刀,然后用砖在磨石表面磨掉粘结材料直至与磨粒一样平,这样磨石就可开始新齿型的刻石。

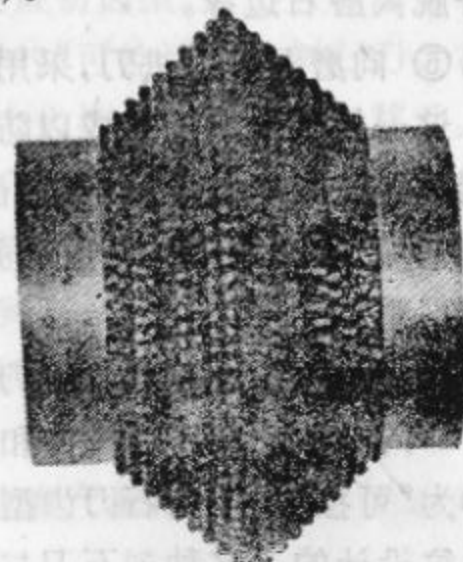


图 7-2-47 双面度倒角刻石刀

(8) 磨石的倒角

图7-2-47为双面倒角刻石刀。

将新磨石的边缘倒角，以防磨石边缘破碎，当倒角磨损后必须重新修整。磨石边角的破碎会造成刻石刀振动从而损坏其齿纹。磨石每三个月在定期找平和去除齿型后要磨一次倒角。磨石倒角方法如下：

① 倒角刻石刀有两种直径114.0mm (4.5in) 和152.0mm (6.0in)，选择与刻石器叉头相配合的最大尺寸的双面倒角刻石刀。

② 倒角刻石刀装有在直径内侧带润滑油脂槽的青铜衬套，在槽内注入重油脂。

③ 倒角刻石刀在刻石器叉头上转动，所需的销钉应专门设计以便用于倒角刻石刀，销钉的直径应比倒角刻石刀青铜衬套上的孔小0.08mm (0.003in) 用油脂润滑销钉表面，并把它和倒角刻石刀装到磨木机刻石器叉头上。如果支架上还有空间可在刻石器和叉头侧面之间装上一个青铜或黄铜的止推垫圈以防叉头侧面的磨损。刻石刀必须转动自如。

④ 小心地将双面倒角刻石刀置于磨石端部，使得刻石刀中部恰好脱离磨石边缘。

⑤ 向磨石边缘进刀，采用恒定压力产生一个高的磨粒切削速度，这一操作应快速完成以防止倒角刻石刀的快速磨损。还应确保刻石器叉头不接触到磨石。倒角宽度应约为22.0mm (0.875in)。

⑥ 提高刻石刀离开磨石并将刻石器移至磨石的另一端，将其倒角，重复第4~5步。

(9) 用“可控深度”刻石刀刻石

“可控深度”刻石刀的齿和所要求的磨石齿型深度一样（表7-2-30为“可控深度”刻石刀齿型和齿面宽度）。“可控深度”刻石刀是按斜纹设计的。这种刻石刀与磨石接触到底，也就是说刻石刀的齿根之间的齿面与磨石表面槽之间的齿面相接触。因此，“可控深

表 7-2-30

“可控深度”刻石刀

刻石刀齿型	齿面宽度(全齿进刀)
4×28°×0.045"	5.59mm
6×28°×0.045"	3.35mm
8×28°×0.045"	2.29mm
10×28°×0.045"	1.65mm
12×28°×0.045"	1.24mm
14×28°×0.030"	1.22mm
16×28°×0.030"	0.99mm
16×28°×0.045"	0.74mm

度”刻石刀不仅仅刻深磨石上的槽而且修饰了磨石齿型面，而一般刻石刀的齿比磨石齿型深，所以它不能修饰磨石的齿型面。

在用“可控深度”刻石刀刻石之前要确保刻石装置运行良好。确保刻石刀支架工作良好及轴承没有松弛。

“可控深度”刻石刀刻石步骤如下：

① 在刻石之前，按前述第78页的步骤去除旧的齿型。

② 按前述第79页①~⑤，确定最初齿型。

③ 卸下第2把刻石刀，装上新的“可控深度”刻石刀，在第2把刻石刀起始侧开始将刻石刀整个齿推入磨石并横向移动。用后检查刻石刀，如果刻石刀与磨石真正接触到底，将看到在刻石刀齿之间的齿面上有一轻微斑点，刻石工很快就能渐渐习惯根据声音和感受来判断刻石刀是否接触到底。“可控深度”刻石刀应当接触到底以取得好的结果。在磨木机生产记录本上记下刻石的终端。

④ 在磨木机运行4~6h之后检查产量和游离度，如果产量太低按下述步骤重刻磨石：

(a) 在支架上装上新的“可控深度”刻石刀。

(b) 将刻石刀置于上次刻石终端磨石上刀。

(c) 刻石刀与磨石接触到底并横向移动。

(d) 在磨木机生产记录本上记下这次刻石终端。

⑤ 不论什么时候需要重刻均按上一步进行。“可控深度”刻石刀必须全齿进刀与磨石接触到底。如果游离度和产量仍然很低。可能是由于刻石刀的底没有与磨石充分接触的缘故。

(10) 改造老的磨木机

许多老的磨木机没有带千分表的刻石器，难以按照上述方法刻石，如果这个老的刻石器的刻石刀进刀螺旋情况良好，可以计算在刻石器叉头移动的近似值，因此有可能按照刻石说明进行刻石。

刻石装置叉头的移动可用接在叉头上的刻度指示盘来测定。

图 7-2-48 为刻石装置叉头移动的测定。

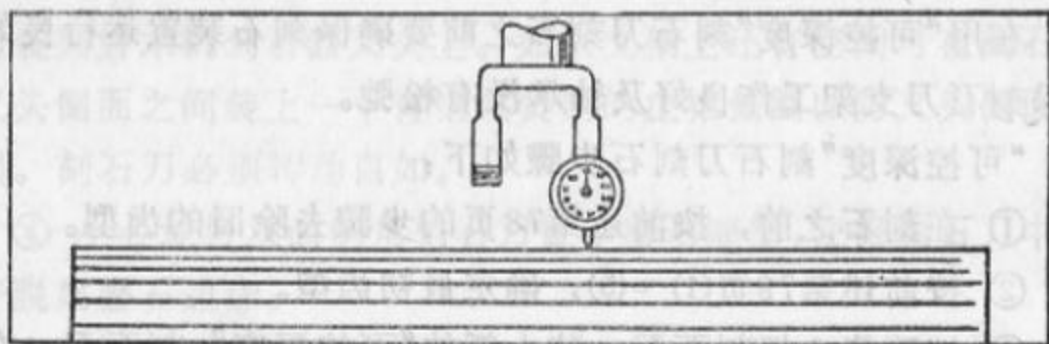


图 7-2-48 刻石装置叉头移动的测定

在磨石静止不动时，将刻石装置叉头沿磨石进刀直至刻度指示器与磨石接触。转动刻石装置叉头上的手轮一周，读出刻石装置叉头在刻度指示器上的读数。通过这种测定，可以计算出上述刻石步骤中各次进刀深度需将手轮转多少。

许多工厂由于设备陈旧或缺乏适当的培训，只能采用靠操作者手感或听声音来控制刻石深度的刻石方法，如果操作者有丰富的经验且经常刻石，可能刻得成功。但采用听声音和手感刻石的方法往往将磨石刻得太尖锐，而且损坏磨石的危险性很大。在多

人刻石的工厂，这种方法难以很好控制和操作，结果促使刻石后游离度比所希望的高，缩短刻石周期及磨石寿命。

5. 辅助设备的使用及维护

(1) 刻石器夹持系统

先将刻石刀装在一芯杆上再安到刻石装置上。芯杆是由淬火钢制成的，外径比刻石刀的内径略大，利用液压机将它压到刻石刀内。这样的挤压配合可使刻石时刻石刀保持原样。

图 7-2-49 为刻石刀的芯杆。

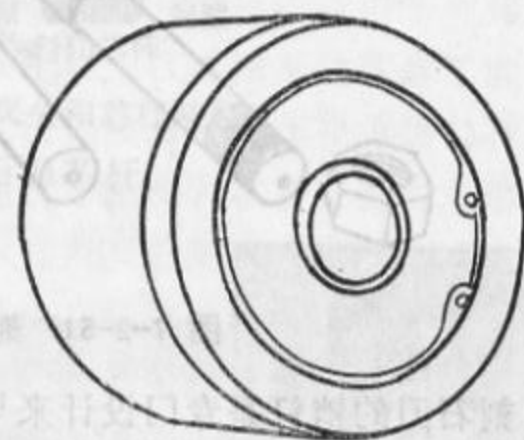


图 7-2-49 刻石刀的芯杆

刻石刀和芯杆的这种挤压配合可以使刻石刀内径维持芯杆的圆整状态。将芯杆压到刻石刀内时，可以消除刻石刀热处理（以提高牙齿硬度）所造成的任何变形。这种精确的同心度是保证刻石刀通过磨石而不产生震动所必需的。

芯杆内有两套锥形滚柱轴承用隔离棒隔开。隔离棒中心加工有孔，用以和刻石刀的销钉配合。

图 7-2-50 为刻石刀芯杆解体。

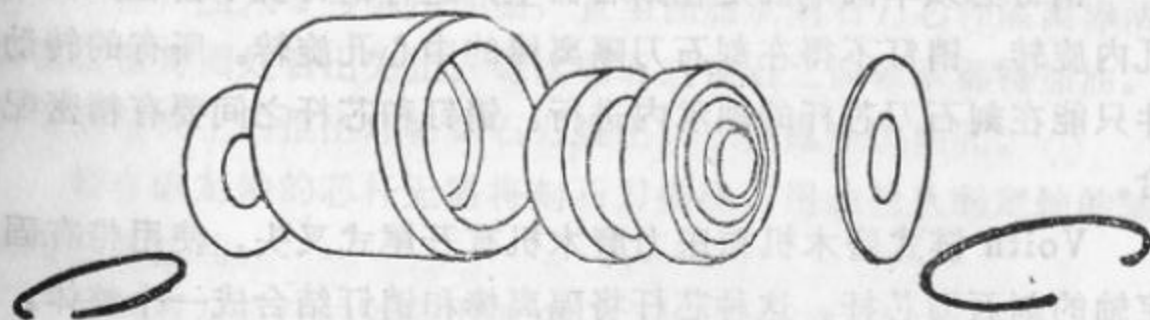


图 7-2-50 刻石刀芯杆解体

隔离杆的长度比芯杆的宽度长一些,这样可防止芯杆旋转时和刻石器的叉头磨擦,端片和档圈将轴承和隔离棒固定在芯杆内。

图7-2-51为刻石刀的销钉。

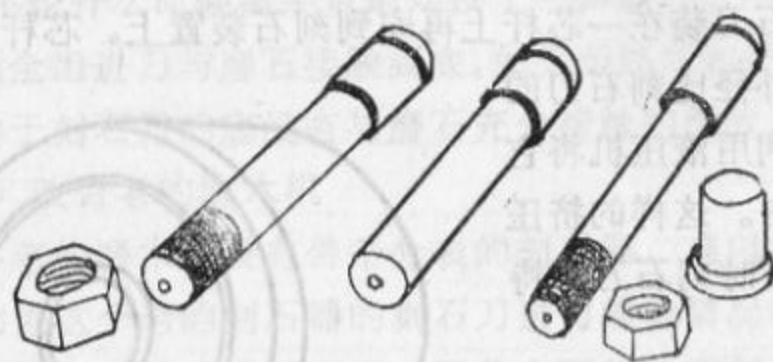


图 7-2-51 刻石刀的销钉

刻石刀的销钉是专门设计来与每一种刻石器的叉头配合的。由于目前使用的刻石器叉头有很多种,所以也有不同的销钉。销钉经淬火处理并经研磨使之与隔离棒及刻石器叉头上的孔保持精密的公差配合,所有的销钉都设计成隔离棒的两端能压向叉头的两侧或销钉的凸出部,这样隔离棒不会绕着销钉转。加拿大高库式磨木机的设计与此不同,它在隔离棒与销钉之间用键固定。

将刻石刀的销钉插到刻石器的叉头上,使刻石刀的芯杆保持在刻石器叉头上。使用倒角刻石刀时不得使用刻石刀芯杆用的销钉。

销钉必须牢固地固定在刻石器上,这样销钉就不会在叉头的孔内旋转。销钉不得在刻石刀隔离棒的中心孔旋转。所有的转动件只能在刻石刀芯杆的轴承内进行。销钉和芯杆之间要有精密配合。

Voith 链式磨木机和压力磨木机有开尾式叉头,使用带有固定轴的刻石刀芯杆。这种芯杆将隔离棒和销钉结合成一个整体。这种芯杆是通过固定轴端部上的油孔润滑的。

图7-2-52为叉头和芯杆装配。

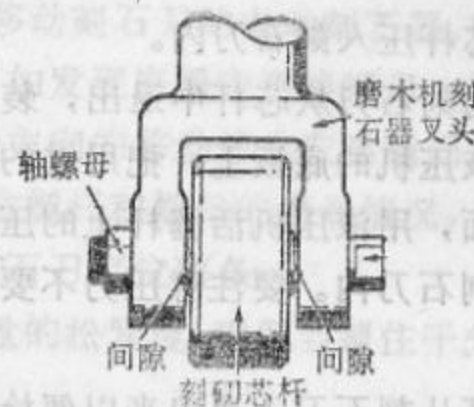


图 7-2-52 叉头和芯杆装配

图7-2-53为带固定轴的刻石刀芯杆。

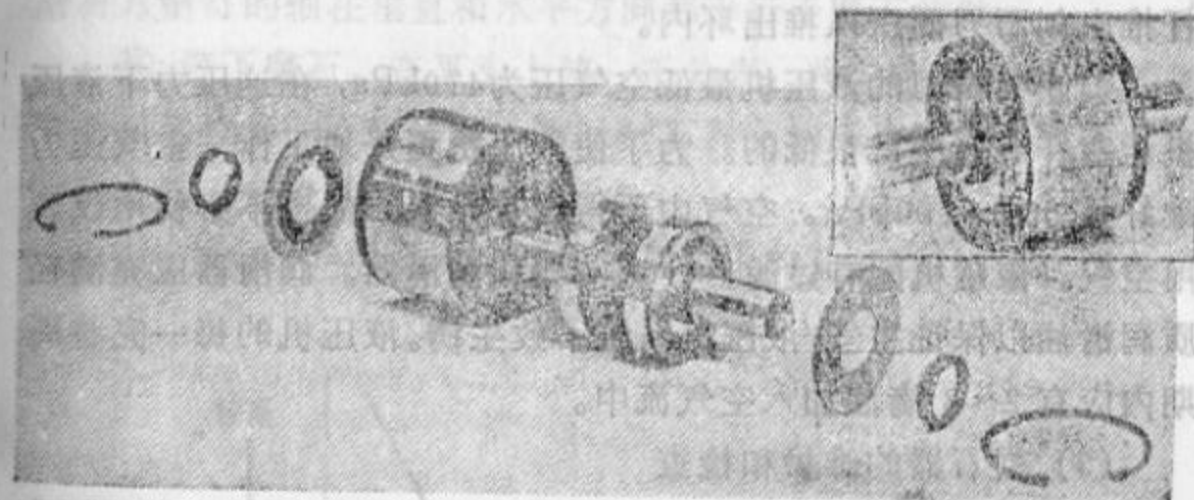


图 7-2-53 带固定轴的刻石刀芯杆

刻石刀芯杆的维护包括轴承的定期加油脂,与轴承磨损后及时调换。在刻石刀芯杆表面有一注油用的堵头,拧下这个堵头,插入油枪,压入2号通用油脂,直至油脂从刻石刀芯杆隔离棒两端橡胶密封圈处冒出为止。每次刻石或钝石之前轴承都得加油。利用液压机上的推出环将刻石刀推出,以便露出加油孔。

带有固定轴的芯杆无需将刻石刀推出。用油枪从固定轴的轴头给轴承注油。

当刻石刀芯杆的外径小于98.50mm时,应换一新的。

(2) 刻石刀液压机

用一台式空气/液压机将芯杆压入刻石刀中。通常有0.1MN

的压力即可将芯杆压入刻石刀内。

要将用过的刻石刀从芯杆中退出,装上新的刻石刀时,将新的刻石刀置于液压机的底板上,把用过的带有芯杆的刻石刀放在新的刻石刀上面,用液压机活塞杆上的压板把芯杆从用过的刻石刀上压入新的刻石刀内。要注意压力不要加到刻石刀隔离棒或端板上。

为了将芯杆从刻石刀上退出来以便检查或注油,液压机配有推出环。推出环的内径比刻石刀芯杆的外径大。推出环置于液压机底板上,将带有芯杆的刻石刀放在推出环的上方,用压板将芯杆推出刻石刀而压入推出环内。

装卸刻石刀的液压机最低空气压为470kPa,在这压力下液压机活塞杆的速度是很低的。为了使液压机更好地工作,空气压力最好是530~700kPa。空气中不得含有杂质,但也不必使用仪表用空气。液压机配有过滤器,调节器和润滑器。润滑器应充满轻质润滑油以保证空气/液压机系统不致生锈。液压机的每一完整周期内应有2~3滴油加入空气流中。

(3) 刻石器的维护和检查

无论旧的还是新的刻石器都必须经常维护以确保刻石的质量。刻石器维护好坏的标准要看是否有很高的精确度和有无震动。每个厂最好都有一、二套备用的刻石器处于完好状态,用以更换有毛病的刻石器。正常的刻石器的检查和维修计划应该是每6个月检查一次,每二年改造一次。

刻石器的下列部件每6个月应检查一次:

- ① 检查刻石器的轨道是否与磨石的轴保持平行,应从垂直和水平两平面进行检查。
- ② 检查刻石器的固定螺栓,确保其牢固地安在磨木机上。
- ③ 检查刻石器横向轨道的镶条,调节到最小间隙。
- ④ 液压操作的刻石器要检查填料有否浅漏,并测定刻石刀移动速度是否均匀。

⑤ 使用螺杆螺母移动刻石刀的电动刻石器,应检查螺杆螺母活动情况,有无磨损,如发现磨损应更换螺母。检查整个行程的速度是否均匀。往返两方向的移动速度应当相同。

⑥ 检查刻石刀定位螺杆和螺母的磨损情况,消除间隙,确保最小的间隙量,调节刻石刀定位镶条。

⑦ 检查千分表表盘的松紧度,确保当锁住千分表时表盘不会两边移动。

⑧ 检查刻石刀定位锁紧机构,使之能很好地锁住刻石刀定位器,不让叉头或间隙移动。检查并确保当锁住刻石刀定位器时,刻石刀销钉的轴在垂直和水平方向都平行于磨石的轴。

⑨ 停下磨石,在叉头上装一百分表,将它顶到石面上,转动刻石刀定位器的手轮一圈,这时刻石器上的百分表的读数应和临时装上的百分表的读数相同。

⑩ 用一新的刻石刀销钉检查叉头上的孔,确保当把它锁在叉

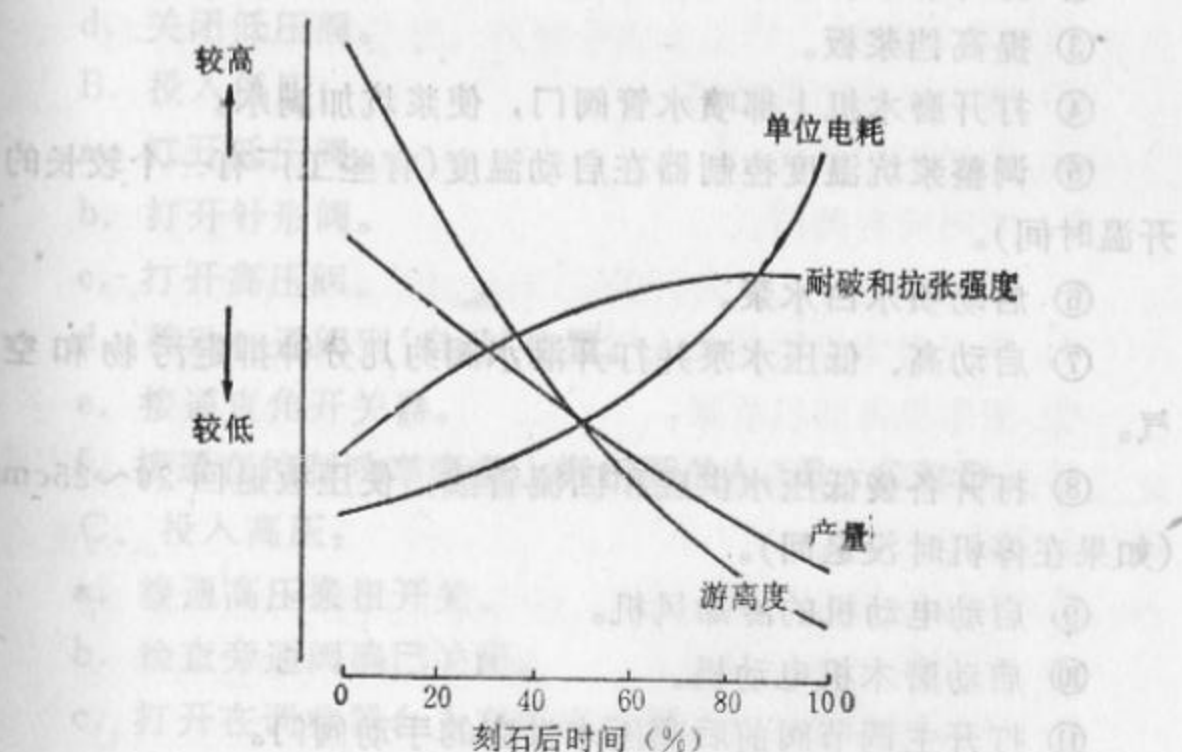


图 7-2-54 刻石周期对磨木浆产质量和电耗的影响(在磨木压力保持不变情况下)

头里时，销钉不会移动。

6. 刻石对浆料质量的影响

刻石目的是为了提产和增加浆的游离度。刻石后单位电耗降低，浆料质量产生相反的变化，出现较低的耐破和抗张强度以及较高的游离度，见图7-2-54。会不多台磨木机磨石的刻石周期应互相交错，使混合浆的质量变化不大。假使游离度或产量下降，刻石周期可以加快。

五、磨木机的运行

(一) 启动和停机步骤

1. 双袋式磨木机

(1) 启动步骤

- ① 加热白水槽。
- ② 打开磨木机轴承冷却水。
- ③ 提高挡浆板。
- ④ 打开磨木机上部喷水管阀门，使浆坑加满水。
- ⑤ 调整浆坑温度控制器在启动温度(有些工厂有一个较长的开温时间)。
- ⑥ 启动喷水白水泵。
- ⑦ 启动高、低压水泵并打开泄水阀约几分钟排走污物和空气。
- ⑧ 打开各袋低压水供应和回流管线，使压板退回20~25cm(如果在停机时没退回)。
- ⑨ 启动电动机的冷却风机。
- ⑩ 启动磨木机电动机。
- ⑪ 打开主调节阀前后高压水供应的手动阀门。
- ⑫ 接通控制阀或4-通阀电开关。
- ⑬ 对每袋高压水管放水清除污物、排除空气。

⑭ 调整磨木机喷水管白水阀到正常工作压力。

⑮ 调整电动机负荷到规定要求(有些工厂降低负荷启动)。

⑯ 检查：

- a. 上部喷水管喷孔有无堵塞；
- b. 轴承油位和油环；
- c. 浆坑温度和控制器的；
- d. 挡浆板水平；
- e. 压板运行正常，没有卡住；
- f. 调整控制器；
- g. 低压水供应槽的水位和压力。

⑰ 中心控制台的投入。

A. 在启动磨木机电动机之前退回压板：

- a. 打开低压阀到能移动压板。
- b. 移动4-通阀到‘退回’位置直到压板进回十几厘米。
- c. 移动4-通阀到‘停止’位置。
- d. 关闭低压阀。

B. 投入低压：

- a. 打开低压阀。
- b. 打开针形阀。
- c. 打开高压阀。
- d. 移动4-通阀到‘自动’位置。
- e. 接通直角开关器。

f. 接通在控制功率表盘上搬扭开关A、B、C和D。

C. 投入高压：

- a. 接通高压搬扭开关。
- b. 检查旁通阀确已关闭。
- c. 打开在调整器台上高压出口阀。
- d. 缓慢打开在调整器台上高压入口阀。

(2) 停机步骤

- ① 有些工厂停机前 1~2h 在较低温度和负荷下运行。
- ② 停机前清理磨石顶上的木片。
- ③ 退回压板并空转磨木机电动机 5min。
- ④ 在每个管线上关闭高压和打开泄放阀 $1\frac{1}{2}$ 圈。
- ⑤ 关闭去每个水压缸的低压阀，同时：
 - a. 转 4-通阀至停止位置；
 - b. 关闭针形阀；
 - c. 断开供磁力阀的直角开阀。
- ⑥ 停电动机并在电动机停止时按下安全开关。
- ⑦ 停磨木机水泵。
- ⑧ 退走刻石器以便检查磨石。
- ⑨ 停清水压力泵。关闭低压平衡槽上阀门并对槽缸加润滑剂。
- ⑩ 关闭轴承冷却水。
- ⑪ 停下无需的风机。
- (3) 紧急停机
 - ① 磨木机电动机跳闸：
 - a. 关闭平衡槽阀门。
 - b. 关闭所有阀门。
 - c. 断开调整器上直角开关。
 - d. 断开磨木机控制板上直角开关。
 - ② 磨木机电动机故障：
 断开磨木机控制板上断路开关，停下磨木机电动机。这方法非十分紧急时不用。
 - ③ 中心控制台关闭：
 - a. 断开高压直角开关。
 - b. 关闭调整器台进出阀门。
 - c. 关闭低压阀门。
 - d. 关闭高压阀门和针形阀。

e. 转 4-通阀到‘停止’位置。

2. 链式磨木机

(1) 启动步骤

- ① 加热白水槽。
 - ② 打开磨木机轴承冷却水。
 - ③ 启动通风抽气系统。
 - ④ 启动喂料电动机用的电动直流发电机组和负荷调整器。
 - ⑤ 调整浆坑浓度控制器到启动温度(有些工厂有一较长升温时间)。
 - ⑥ 检查书库是否已提升。
 - ⑦ 启动磨木机水泵。
 - ⑧ 打开磨木机喷水管，清洁所有堵塞的孔。调整阀门到正常工作压力。
 - ⑨ 启动磨木机电动机。
 - ⑩ 放低磨木机书库。
 - ⑪ 启动喂料电动机，使链条向前运行，并投入负荷自动控制。
 - ⑫ 调整电动机负荷到要求水平(有些工厂开始减轻负荷)。
 - ⑬ 检查：
 - a. 磨木机和电动机轴承(包括油环)。
 - b. 挡板水平。
 - c. 启动温度。
 - ⑭ 使用负荷调节器逐步提高负荷(通常在启动后 30min 达到全负荷)。
 - ⑮ 浆坑温度按照开机曲线，在 2~3h 内达到正常工作温度。
- ### (2) 紧急停机后启动步骤
- ① 对书库位置作出记号。
 - ② 用每台链式磨木机上提升电动机将料箱提高 2.5~3.8 cm，与此同时，喂料链条电动机反方向运行。

完成了以上两步后,除了在喂料链条电动机启动之前,料箱必须下降到原先紧急停机时的位置,其余启动步骤与正常启动相同。

(3) 停机步骤

① 如有可能在停机前 1h,有些工厂以每 15~20min 约 5℃ 速率降低磨木机浆坑温度到 65~71℃。

② 停机前,喂料链条电动机从‘向前’磨木位置转向‘反向’提升位置运行约 2min。这是为了向上提升木库里的木段,以便于开机时启动电动机。

③ 喂料链条电动机‘反向’运行约 2min 后,停止喂料链条运行。

④ 喂料链条电动机停止约 5min 后由电工停下磨木机电动机。

⑤ 所有磨木机电动机停下后停掉磨木机喷水泵。

⑥ 移出刻石器使磨石便于检查。

⑦ 打开磨木机后窗,以便磨石检查。

⑧ 停下磨木机抽气风机。

⑨ 停下刻石器增压泵。

(4) 紧急停机步骤

旋转安全跳闸开关到‘关’位置(这个跳闸开关只有在类似同步电动机着火之类紧急情况下才使用)。

(二) 磨石线速度

1940年以前,磨木机通常在磨石表面线速度 18m/s 下运行,以后随着纸机车速的提高,磨木浆需求不断增加,简便省钱的解决办法是提高磨木机运行速度。60年代初期,有的磨石线速提高到 40m/s,但后来降低到 28m/s,最高为 35m/s。据加拿大 1982 年调查:线速度 20.32m/s 的占 26%、20.32~25.40m/s 占 63%, 25.40~30.48m/s 占 7%,超过 30.49m/s 的占 4%。

(三) 喷水

石面喷水,对正常生产和浆的产质量都起着关键作用。

喷水的功能有:

① 清洁石面,使其保持最有效的状态。

② 从磨木区带走产生的热量。

③ 将石面上的浆送到浆坑。

④ 使磨石温度均匀,有利于保持稳定的磨木状况。

⑤ 控制系统的稳定性,减少刻石费用和延长磨石寿命。

⑥ 防止磨石燃烧损坏和降低浆的质量。

⑦ 调节双袋式磨木机头一个袋前的喷水,有助于平衡前后袋产量。

最有效的喷水管型式是产生扇形水帘的喷头(约 5°角),喷头间距约 76mm,使水帘互相交叉,整个石面都能喷到水。喷水管两端喷头要比磨石各超出 50mm,使两侧的浆顺利流入浆坑,并保持磨石、法兰盘和轴的清洁和温度的均衡,避免磨石产生不必要的应力。

为了克服磨石旋转的离心力和有效地冲刷因磨木作用、沉积在磨石上的树脂和细小纤维,喷水管压力不得小于 350kPa,许多高效磨木机喷水压力为 690kPa。

喷水应使用经过滤后,浓度低于 0.02% 的清洁白水,如在水泵后再加一 $\phi 0.8\text{mm}$ 孔的压力筛,能更好地防止杂物堵塞喷口。喷水温度要保持稳定,传统磨木通常控制在 40~75℃ 之间,温控磨木 60~79℃,压力磨木 95~105℃,最近发展的超压力磨木则高达 115~140℃。

磨木机喷水量可按式计算:

$$\text{喷水量(L/m)} = \frac{\text{磨木机产量(风干浆 t/24h)} \times 0.697}{\text{浓度}}$$

喷头流量见表 7-2-31。

表 7-2-31

喷水流量(L/m)

水压($\times 10^5$ Pa)															
喷嘴 直径	mm	0.69	1.03	1.38	1.72	2.06	2.76	3.44	5.17	6.90	8.62	10.34	12.07	13.79	17.24
0.79	0.348	0.428	0.492	0.549	0.598	0.693	0.776	0.946	1.079	1.211	1.325	1.438	1.529	1.703	1.703
1.00	0.435	0.534	0.617	0.681	0.749	0.859	0.965	1.173	1.344	1.514	1.646	1.779	1.904	2.120	2.120
1.50	1.079	1.325	1.514	1.703	1.855	2.120	2.354	2.877	3.785	3.709	4.088	4.391	4.731	5.299	5.299
2.38	2.176	2.650	3.028	3.369	3.747	4.277	4.731	5.791	6.737	7.494	8.176	8.786	9.425	10.409	10.409
3.18	3.861	4.693	5.375	5.980	6.586	7.570	8.327	10.220	11.734	13.172	14.307	15.329	16.465	18.357	18.357
3.97	5.867	7.192	8.251	9.273	10.030	11.734	12.945	15.897	18.168	20.439	22.332	24.148	25.738	28.766	28.766
4.76	8.289	10.106	11.734	12.869	14.118	16.276	16.465	22.332	25.738	28.198	31.416	34.065	35.958	40.878	40.878
5.57	10.977	14.437	15.519	17.222	18.925	21.764	24.224	29.523	34.065	37.850	41.635	44.663	47.313	53.747	53.747
6.35	14.005	17.033	19.682	21.953	24.148	27.631	31.037	37.850	43.528	48.448	52.990	57.532	60.560	68.130	68.130

例：一双袋式磨木机，磨石宽1422mm，日产风干浆72.5t，浆坑浓度1.5%，其喷水管设计如下：

喷水量(按上式计算)	3369L/m
喷水管压力	690kPa
喷水口直径	6.35mm
每个喷头流量(查表7-2-31)	43.53L/m
需喷头数	78只
喷水管根数	4条(每袋前后各1)
喷水管两端喷头距离	1472mm
每根喷水管喷头数	20只
喷头间距	76mm

为了确保良好的喷水，要经常检查和清洁喷水管，防止因木片堆积，致使喷水不能直接到达石面，和防止喷头被杂物所堵塞。在刚开机时，尤其要注意防止管道的沉积物松动脱落堵塞喷头。

基于喷水的重要作用，即使短暂停止喷水也都会造成磨石的损伤和生产的损失，所以设置备用水泵是完全必要的安全措施。

要适当控制石面喷水量，留下一部分水量作为控制浆坑温度的喷水用。这处喷水对双袋式磨木机特别有利，它将保持后部梳板的清洁。

(四) 浆的输送

通常磨木区生产出的纤维与喷水混合成较稀的浆，落入浆坑。在双袋式磨木机，两袋之间的喷水，尽量使浆在进入第2袋前从石面排出。有些磨木机装有机刮板引导浆离开石面，经喷水冲入浆坑。

(五) 浆坑温度和浓度

温控磨木和压力磨木的实践都表明，较高的磨木温度可得到较高质量的浆。传统磨木机浆坑温度要以不发生磨石烧焦所能达

到的最高温度为最佳, 约为78~90℃。

浆坑浓度通常为1~3.5%, 磨木弧长较长的磨木机多将浓度掌握在下限, 反之则取上限。据加拿大1982年调查: 链式磨木机浆坑浓度为1.5~3.5%, 其中较多的工厂用2.0~2.5%, 袋式磨木机为1~2.5%, 其中较多的工厂用1.5~2.0%。环式磨木机的磨木弧长最长, 浆坑浓度控制在0.8~1.5%。

浆坑温度对浆质量的影响见图7-2-55。

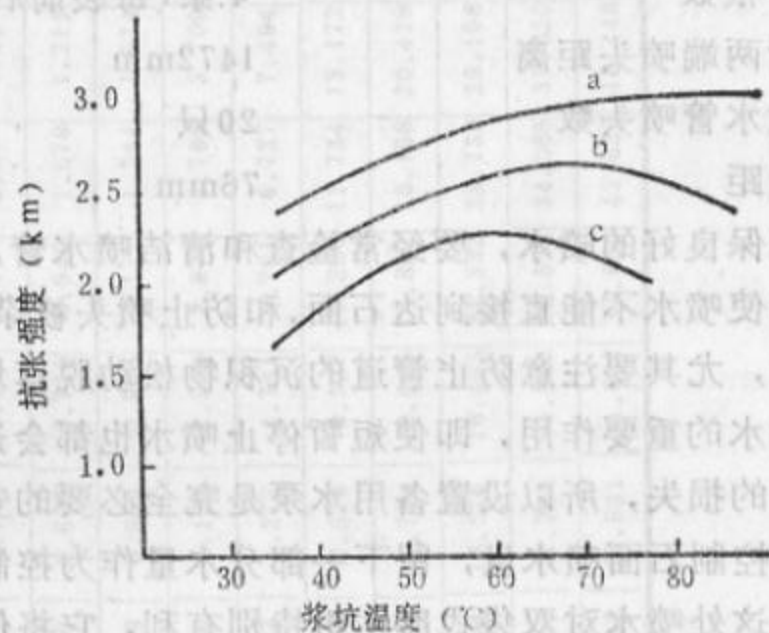


图 7-2-55 在不同木材条件下浆坑温度对磨木浆强度的影响

(a) 湿木材 (b) 干木材 (c) 严重腐朽的废材

(六) 磨石浸浆深度

浆坑式磨木的最大优点在于磨石得到均匀的冷却, 使磨木温度保持均衡, 以使用较低的电耗生产优质的浆。对大多数等级的磨木浆, 磨石浸浆深度为37~75mm。正常生产情况下, 只要磨石温度得到良好控制, 应尽可能用较低的磨石浸浆深度。因为较低的浸浆深度, 其单位电耗较低, 同时也有助于保持前后袋产量更加一致。浆坑磨木主要缺点是由于浆的回磨和木片的堵塞使喷水难于保持磨石清洁。

有些操作工用调整磨石浸浆深度来控制浆的游离度, 例如因刻石造成游离度过高时, 升高浆坑挡浆板, 反之, 则降低挡浆板。但这种调整方法将影响电耗, 不是个好的办法。

浆坑不应有板皮和木片的沉积, 许多工厂为此制定按时从磨木机顶部和底部清除板皮和木片的操作制度, 这是保证磨木机良好运行的十分重要的操作。

如果遇到有几块磨石烧焦, 那么要特别小心调整浆坑的浆位, 不要低于这块磨石的正常浸浆水平。

无坑磨木就是在磨木过程中磨石不浸在浆中, 依靠极均匀的喷水清洁和冷却磨石。保持适当的喷水温度和压力是十分关键的。有许多工厂试验过无坑磨木, 发现在同一游离度水平, 浆的质量既不提高, 产量也不增加, 因此没有采用。

压力磨木机无磨石浸浆要求, 采用无坑磨木。

(七) 负荷和压力

磨木机负荷的控制, 最普通的是使用调节变阻器保持磨木机的稳定负荷。为发挥磨木机的最大效能, 一般是以电动机的最大容量来确定给定负荷。

袋式和库式磨木机以调整水压缸的压力来保持负荷稳定, 同样, 链式磨木机以调整链速, 环式磨木机以调整环速来控制负荷。

袋式磨木机有两个液压系统, 低压系统(860~1030kPa)用作装木, 高压系统(2070~3450kPa)用于磨木。为了保持两袋产量均衡, 磨石上行袋水压缸压力通常较下行袋高30~70kPa。而无坑磨木则相反, 在同样压力下, 磨石上行袋有较高的产量。

增加压力而其他条件不变时, 游离度、负荷、产量、粗纤维和碎片随之增加。调整压力可以控制游离度, 但磨木机的最大负荷是其限制因素。如果达到了最大负荷, 而不能得到较高的游离度, 那么就需要采取诸如刻石等其他措施。根据经验, 刻石应掌握在如果每吨浆输入功率比正常低负荷下超出35%, 平均负荷下

超出30%，和高负荷下超出25%之时。对尖锐的磨石使用低负荷，而对钝的磨石使用高负荷是有利的。

(八) 磨石的检查

磨石至少每周检查一次，内容包括：石面齿型完整情况，表面平整程度，有无烧焦条痕，磨块有无裂纹或孔洞等。在运行中的磨石，可使用频闪观测仪(stroboscope)观测。有些工厂使用胶泥作模，记录齿型。一种新的记录齿型方法是使用压敏磁带。

如果发生齿型破碎或表面不平整等现象这表明刻石技术不良或装备有缺陷。如果发生烧焦条痕可能是喷水管位置不当或喷口堵塞，也可能是磨到石块或金属类外来杂物。如果发生磨块裂纹表明磨石温度升降变化过快，或者磨块本身有缺陷。

在正常加压运行中，如果发生敲击声，表明有磨块破碎，可以用木杆的一端横走在磨石面上探测损坏的位置和范围。要尽快修补破碎的磨块，以免扩大为更严重的损坏。

许多工厂保持磨石边缘45°的斜角，为的是防止因刻石不慎造成边缘的损伤。

(九) 刻石装置

由于磨石表面齿型深度仅1mm左右，因此刻石装置所有部分包括刻石刀、芯杆和轴等都要保持良好机械状态，才能产生好的效果。刻石操作应严格按技术要求(见本节第58页“刻石”)进行。正确的横走和进刀两者结合才能保证石面准确地复制齿型。

现代刻石装置装有千分表，可以较为准确地掌握刻石深度。但人工刻石总是因时因人而异，差别较大，刻石后往往影响质量产生较大波动。最近发展的使用计算机辅助自动刻石，石面齿型有较好重复性，可以保持生产质量的稳定。

(十) 磨木机轴承

不论是使用滚柱轴承、层压板或巴氏合金轴承，都要保持最佳状态。磨损的轴承不可能使梳板靠近磨石而不造成过度磨损。而梳板与磨石间隙如果过大，大木片和残块就会掉入浆坑，即浪费木材又妨碍浆的排出。

对于双袋式磨木机当一袋退回时，打开轴承盖观察，很容易发现轴承是否磨损。

在运行中至少要每班一次地检查轴承温度、油位、带油的环和冷却水的流量。在热的和潮湿的磨木车间，如果长时间停机，要排除冷却水以防止产生的水蒸汽把油弄脏。

(十一) 梳板

梳板与磨石的间隙要尽可能保持较小距离，以阻止大块木片掉入浆坑。如在浆坑发现大块木片，要留作样本以调节梳板与石面距离。链式和袋式磨木机通常保持木片厚度在2~3mm，环式磨木机木片厚度，大磨石时保持20~30mm，小磨石时保持30~35mm。

要特别注意和改进顶部梳板紧固螺栓，防止其松动造成梳板下滑至磨石，磨损梳板和损伤磨石。

六、磨木机的负荷控制

(一) 袋式或库式磨木机

1. 控制板、操纵台或T-型控制站

控制器由5个主要部分所组成，见图7-2-56。

平衡式功率表(B)，其功能是测定磨木机电机功率，控制磁力阀动作，调节电动机负荷达到规定数值。

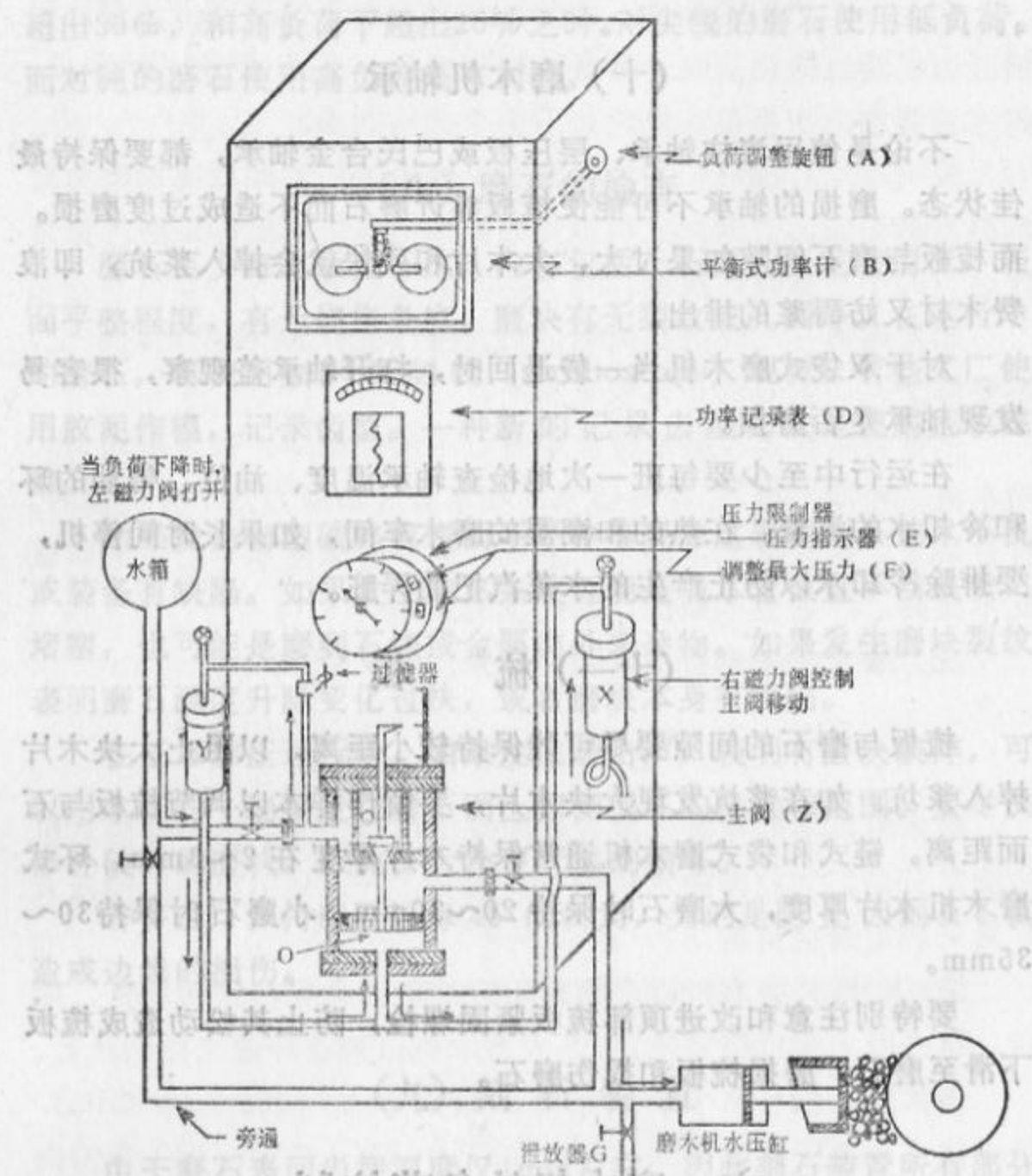


图 7-2-56 每台磨木机上的功率调整器

功率记录表 (C), 其功能是在一带状记录纸上连续指示和记录电动机负荷。

压力限制器 (D), 其功能是指示磨木机水压缸的压力, 并限制主阀门进水压缸的最大压力。

磁力阀 (X 和 Y), 其功能是从平衡式功率表接收信号, 控制主阀移动, 调节水压缸压力保持给定负荷。

主阀 (F) 的功能是调节磨木机水压缸压力。

(1) 调整器的工作原理。

调整旋钮 A 提高负荷, 即增加平衡功率计 B 摆动机构上的弹簧张力, 使其接触右方触点开启磁力阀 Y 导入高压水进入主阀 F 的底部。这就使高压水得以提高磨木机水压缸压力, 电动机负荷随之增加, 直到所要求的给定负荷, 那时平衡式功率计上线圈 (测定电动机负荷的) 产生足够的转动力矩抵消弹簧的张力。然后磁力阀 Y 关闭。

相反地, 调整旋钮 A 降低负荷, 即减少平衡功率计 B 摆动机构上的弹簧张力, 使其接触左方触点开启磁力阀 X, 高压水从主阀 F 底部经磁力阀 X 排出。这就使主阀 F 关闭, 磨木水压缸压力降低, 直到电动机负荷下降至所要求的给定负荷, 那时平衡式功率计 (测定电动机负荷) 上的线圈产生足够转动力矩抵消弹簧的张力。然后磁力阀 X 关闭。

关于给定压力限制器 D, 松开 E 上的上螺帽并拉向下方直到指针指示所需的最大压力。其次, 松开和向下移动下螺帽, 直到中心转动指针和较低指针之间接触。在这个位置上拧紧较低螺帽。现在再尽量向上移动上指针并拧紧它以便不成障碍。限制器给定压力比所需最大值低 34~69 kPa 是合适的。高压线至限制器上的缓冲器应定期校验, 以防其损坏。

关于磁力阀 X 和 Y, 这些阀由浸在变压器油里的一组线圈所组成, 并有外壳予以密封, 使其与水隔离。活动部件有一滑阀, 一 8 mm 不锈钢珠和一硬青铜垫圈。为了检查, 从阀底拆开管和松开阀座, 活动部件就可以从阀体落下。

通向磁力阀 Y 上部有一小过滤器。拆走卡住的螺帽就可以取出来清洁。应当每日清洁, 最好每班清洁。在做这一工作前, 磨木机应先改用旁通手动操纵。

关于泄放器 G, 泄放器有三方面作用:

① 在一新的或大修过的磨木机生产线, 如果磨木机水压缸

中活塞旁极少泄漏,那么,主阀F运行接近关闭位置。如果有一些水泄放走,压力将更加稳定。这样使主阀F开得稍为大点,运行在一个较好的范围。

② 当只有一台磨木机运行时,如果磨木机水压缸中活塞周围没有泄漏,泄放一些水是可取的。

③ 当磨木机车间停机时,有打开的泄放器,主阀可以移上和移下,为机构调整继续供水。

(2) 运行故障的处理

在高负荷的情况应如下处理:

① 检查旁通是否未打开。

② 检查主阀F;如果是关着而低压太高—检查主阀F出水侧压力。

③ 如果主阀F开着,检查:

a. 磁力阀X上的6mm手动阀是否开着;并且水正在排出。

b. 控制板上动力开关是否开着。

c. 检查触点B(手指不要靠近触点;使用干的木条像铅笔之类)。当触点B移向左侧,用手放在磁力阀X外壳上,应能感到磁力阀X动作。如果感到磁力阀动作而没有水排出,拆卸和检查滑阀,珠和垫圈(不要用任何其他材料替换青铜垫圈)。清洁孔眼,滑阀,珠和垫圈。

d. 如果磁力阀仍旧不工作,应清洁触点B,检查熔断器和控制系统动力供应。

e. 如果磁力阀X动作,但负荷太高,应检查珠的位置和滑阀与磁力阀Y之间通道。

f. 打开主阀F——检查O形密封圈是否破裂。

在负荷下降的情况下应如下处理。

① 检查主阀F。如果部分或全部打开,进行如下检查:

a. 磨木机生产线控制站阀门,水压缸头部和活塞等有无泄漏。

b. 检查磨木机压板有无卡住或库中木段成拱形,负荷倾斜一侧等情况。

c. 限制器表计上的压力。

d. 水压缸表计上的压力。

② 如果主阀F是关闭:

a. 检查过滤后水管线上的压力(如有必要更换或清洁过滤器)。

b. 检查除了旁通和泄放器外其他所有手动阀门是否开着(不要忘记磁力阀上部6mm阀)。

c. 查看控制板上开关S是否开着。

d. 暂时升高压力限制器的给定点,以确定控制器是否超载。也许由于压力指示器,缓冲器或电接线损坏造成故障。

e. 检查触点B(手指不要靠近触点,使用干的木条像铅笔之类)。当触点B移向右侧,放手在磁力阀Y外壳上,应能感觉到阀在动作。如果感到阀动作而主阀F未打开,那么拆卸、检查和清洁滑阀,珠和垫圈(不要用任何其他材料更换青铜垫圈)。

f. 如果磁力阀Y仍旧不工作,应清洁触点B,检查熔断器和控制系统动力供应。

g. 如果磁力阀Y动作,但负荷保持太低,检查珠位置和滑阀与磁力阀X之间通道。

h. 如果主阀F塞子仍旧开不起来,打开主阀F,检查是否卡住。

在控制不稳定的情况下应如下处理

① 如果水流从磁力阀'X'不间断地流出——清洁孔眼。

② 如果控制依旧不稳定,检查压力限制器上的给定位置。

③ 如果校正和控制仍然不稳定,应检查线路连接和清洁或更换触点'B'。

2. 给水栓或4通阀

电动机负荷调整器的功能是控制磨木机电机运行在适当的

给定负荷。这是将高压水通过减压阀控制磨木机水压缸磨木压力而获得。

电动机负荷调整器由 4 个主要部分组成 (见图 7-2-57):

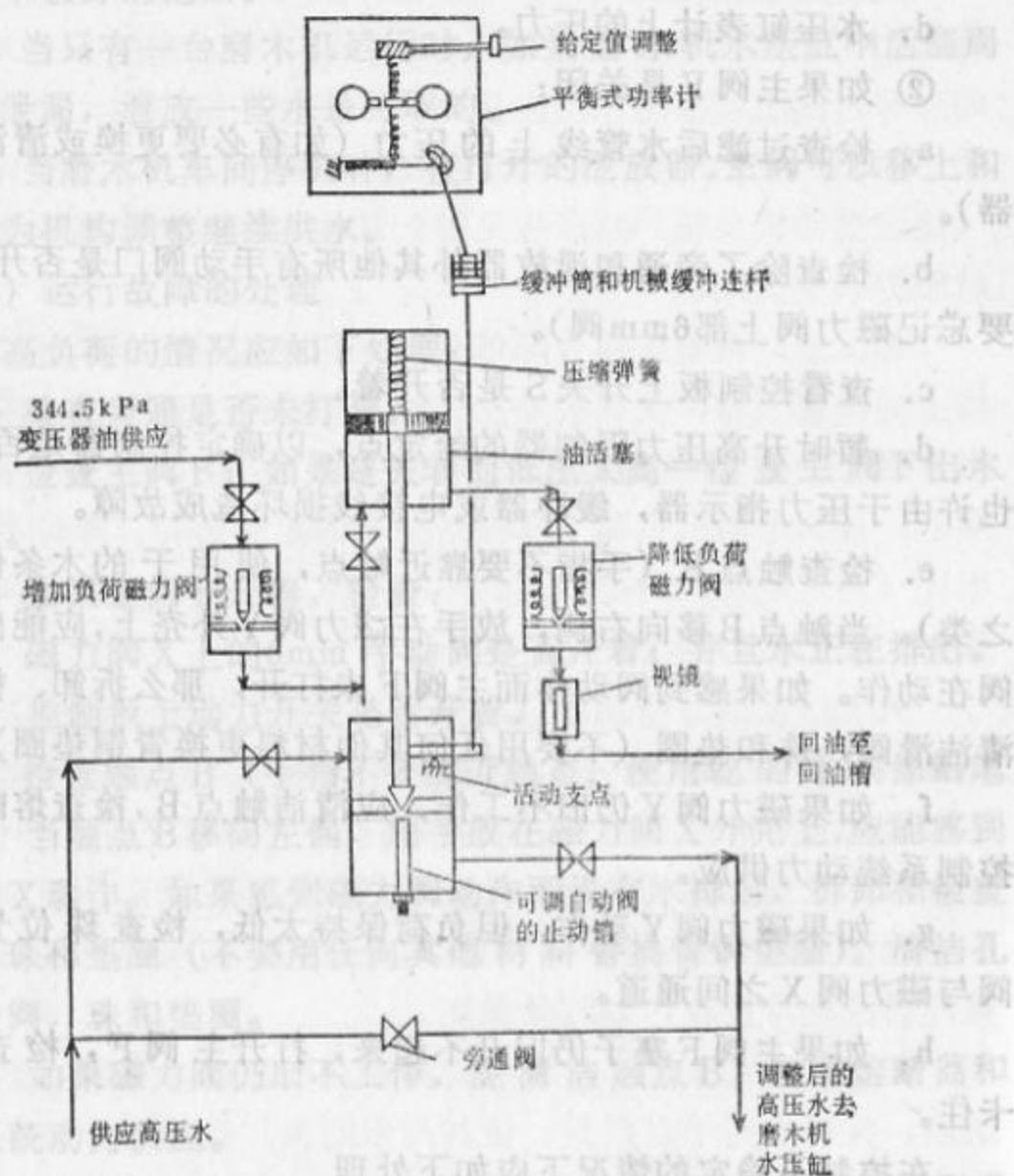


图 7-2-57 电动机负荷调整器

① 平衡式功率计。

② 油活塞和油压系统。

③ 减压阀。

④ 缓冲装置。

(1) 工作原理

如果电动机负荷低于给定值,平衡式功率计偏移,增大负荷磁力阀通电并打开(降低负荷磁力阀电源切断而关闭),油进入活塞下侧,对活塞施加压力,使其提升。该活塞与减压阀杆相连,活塞提升时减压阀打开,使更多水流进磨木机水压缸,增加木材压在磨石上的压力。随着阀杆提升,油缓冲筒下落,机械断开增大负荷磁力阀的触点,使活塞下侧的进油停止。这个作用是防止控制器产生过份调整。

如果电动机负荷高于要求的给定值,平衡功率计偏移使降低负荷磁力阀通电并打开(增大负荷磁力阀电源切断而关闭),活塞中的油排出,压缩弹簧推着活塞向下,同时减压阀关闭,使进入磨木机水压缸水流减少从而降低木材压在磨石上的压力。随着阀杆下降,油缓冲筒上升,机械断开降低负荷磁力阀的触点,使活塞排油停止。这个作用是防止控制器过份调整。

(2) 运行故障的处理

① 如果电动机负荷波动,稳定不下来,检查缓冲装置并注意其功能。特别要检查缓冲筒里有无油。

② 如果负荷继续高于给定值,进行下列检查:
a. 用肉眼检查减压阀是否在关闭位置。移动触点到大负荷位置(用铅笔,不要用手指)观察阀杆是否上升,然后放开该触点观察它是否接触其他一侧,查看阀杆是否下降。如果阀杆不会下降,说明降低负荷磁力阀坏了打不开。

b. 如果阀杆下降到最大限度而负荷仍保持很高,检查减压阀上的止动销是否调得太高,妨碍阀不能充分关闭。

c. 如果阀杆不是下降到最大限度或下降得非常慢,从观察孔往里看,检查从降低负荷磁力阀排出的油流量。如果油流量大并且连续流出相当长的时间,比如说 10—15 秒以上,这表明增大负荷磁力阀不能关闭,进入活塞的油流量与油出口一样大,因而妨碍活塞下降和减压阀关闭。

d. 如果阀杆下降异常慢并且通过观察孔油流量很小,这表明

压缩弹簧断掉。

e. 当触点从一侧移到另一侧, 而阀杆位置不变, 表明电流中断。

f. 如果减压阀外在关闭位置而负荷太高, 检查旁通阀是否打开或泄漏。

③ 如果负荷仍低于给定值, 应检查下列各项:

a. 用肉眼检查减压阀杆是否打开。移动触点到低负荷位置(用铅笔, 不要用手指), 观察阀杆是否下降, 然后放开触点观察它是否接触另一侧, 察看阀杆是否上升。如果阀杆不会上升, 表明增大负荷磁力阀坏了打不开, 或者是油压系统坏了。如果阀杆处于最低位置, 当增大负荷磁力阀打开时阀杆不上升, 可能表明阀芯紧紧卡在阀座里并显示止动销调整不当。

b. 如果阀杆上升非常慢, 通过观察孔检查油的流量。如果有油流动表明降低负荷磁力阀尚未关闭, 从活塞排出的油与进去的一样快。

c. 如果阀杆上升到它的最大限度而负荷仍很低, 检查高压水是否从损坏的水压缸密封圈流失或操纵阀损坏。

d. 如果阀杆上升到它的最大限度而负荷仍很低, 检查控制器前后阀门是否充分打开。

e. 如果触点前后移动而阀杆不动, 表明电流中断。

(二) 链式或连续式磨木机

磨木机负荷是由喂料链条朝着磨木方向运行作用的。链条通常由一电动机(叫做喂料链条电动机)带动。

磨木机的负荷是由变化链条运行速度来调节的。提高链条运行速度就增加木材压向磨石上的速度, 这样也就增加磨木机的负荷。降低喂料链条运行速度, 负荷下降。

每台磨木机上有2条或4条链条(2条在前, 2条在后), 它们通过电动机带动(2.10~11.03kW)作为一个单元。不仅一台

磨木机单独由一台同步电动机驱动, 而且每块磨石有其自己喂料链条电动机。这使得活动负荷只对一块磨石。

喂料链条电动机从一感应电动机带动的发电机组接受电源。喂料电动机的速度以发电机电压来控制。

为使磨木机负荷保持恒定, 使用一特殊构造的恒定功率调整器。这调整器控制发电机的磁场电流和电压。当电压提高或降低时, 喂料电动机的速度也随之提高或降低, 起到使主电动机负荷保持恒定的作用。实际负荷是由调整器给定值决定的, 在必要时, 负荷可用调整按钮加以改变。

正常时, 每个磨木机生产线(1块或更多块磨石)有分开的控制板。控制板上仪表有:

① 负荷调整器或调节按钮。

② 功率负荷记录表。

③ 喂料链条电动机电流记录图表。

④ 分别的喂料电动(停-开)按钮。

⑤ 每台喂料电动机的双投开关(“向前”和“退后”)。

⑥ 指示每台喂料电动机处在运行状态的信号灯。

⑦ 遇到紧急时用的磨木机同步电动机安全跳闸开关。

现就运行障碍分析如下。

① 链式磨木机运行中遇到的主要障碍之一是由于装木不良所引起的。如果进入木库的木材超长或装得与磨石主轴不完全平行, 将“卡住”, 使喂料链条电动机超载和跳闸。有时将喂料链条退回, 提起木库中的木材, 使“卡住”可能得以消除。如果在30min内不能纠正超载情况, 必须刻石或通过磨石上部检查门将木材搬走。正常时, 每100t产量刻石频率, 在磨石组分和其他因素相同条件下, 链式磨木机比袋式磨木机高。这主要由于链式磨木机木库较易卡住。磨木机如果经常卡住, 表明必须检修。

② 如果喂料链条、链轮或链条底下防磨损板机械状况不良, 也将造成喂料电动机超载和跳闸。

③ 如果磨木机负荷摇摆或变化不定,这通常说明磨石浸浆深度不当,可以通过调整挡板得到纠正。

(三) 环式磨木机

负荷是通过改变环的速度控制的,环的速度支配着木材压向磨石的速度和压力。

环的传动通过一减速齿轮组,最后用涡轮或小齿轮传到环上。减速齿轮由一直流可变速电动机或一油驱动液压马达带动。这两种控制方法不同,现分别叙述如下。

1. 电驱动

新的环式磨木机的环都采用变速直流电动机驱动。直流电动机通过一电子系统按照给定负荷对磨木机电机加以控制(正常调整和维护由电力部门负责)。

变速直流电动机通过一三角皮带传动与减速齿轮组相连接,在磨木机产量过高或过低的情况下,三角皮带轮的比例可能不符合直流电动机正常速度。在低产量时,电动机速度也许低到失速,使电动机烧毁的危险,而在高产量时,磨木机的供木也许跟不上环。因此,把三角皮带轮比例换成使环的直流电动机具有合适的速度,将得到较好的控制。环的速度与磨木速度大致成比例。

可能造成负荷控制不良的原因:

① 负荷变化忽高忽低。在控制装备中电子管烧毁。直流发电机碳刷脏了。电接点松开,等等。

② 磨木机电机负荷降低。

a. 环传动中受到摩擦或缺乏润滑。

b. 环不垂直。

c. 环轴承块磨损。

d. 磨木机木库中有过长木段。

2. 电力-液压驱动

这个系统,从一离心式电动油泵供4.1~6.9MPa油给齿轮式

油马达,由它通过减速系统驱动环。这系统还包括一油冷却器、油过滤器、降压阀,以及泵前回油小贮槽。

实际上环速度是通过 Waterous 平衡功率计来的电脉冲操纵 Waterous 液压控制单元中的磁力阀而控制的。控制阀操纵一换向阀,从系统泄放油,以改变油马达的压力。系统中用4路手动阀可使环停下或改变运转方向。

可能造成负荷控制不良的原因有:

① 液压系统中油量不够(油泵振动)。

② 油过滤器脏了(油泵振动)。

③ 油太热。油冷却器脏了。

④ 系统中压力过高或过低。用仪表检查,如果油压超出4100~5500kPa,调整减压阀。

⑤ 从平衡功率计到磁力阀无电脉冲。开关截断,保险丝烧断或磁力阀线圈断路。

⑥ 控制单元上的手动阀关闭。

⑦ 控制阀的轴心磨损,油通过阀跑掉。

⑧ 磁力阀中铜珠磨损。更换珠和管组。珠必须是无磁性的。如果油马达运转几秒钟就停下来,这是因为:

① 油压低。

② 油马达磨损,漏泄过多。

③ 减速系统小齿轮箱中齿轮速比太低。更换成高速比齿轮使油马达有较高的平均速度。

④ 在环或传动系统中摩擦阻力过大。

如果磨木机电机负荷降低,这是因为:

① 磨木机库中有长的木段。

② 在环的传动或环中有摩擦阻力。

③ 环轴承块磨损,环不垂直。

④ 系统中油压低。

⑤ 齿轮速比太高,油马达在最高速度时磨木机供木跟不上

环。更换较低速比。这只是发生在磨木机高产量时，或刚刻石之后。

七、浆的质量

浆的质量取决于磨木车间的生产条件，以及使用的材种和材质。

(一) 生产条件

磨石磨木浆车间生产的可变因素有磨石表面状况、磨石速度、磨木压力、输入功率，电耗，产量，磨木温度；磨木浓度、浆游离度和木材等。这些因素互相联系，不宜孤立地去研究，其中磨石表面状况和磨木压力是生产操作中的主要控制要素。

磨石表面是受磨粒和刻石刀的型式控制的。不管磨木机的型式和使用的材种如何，普遍采用氧化铝或碳化硅陶瓷磨石，或两者并用。磨石粒度通常选用60目，少数选用54、46、40或70、80目。磨石硬度常用M级，其次用N，少数用L和K级。最常用的斜纹刻石刀齿数为8~12目，斜角 $28^{\circ}\sim 35^{\circ}20'$ 。通过刻石使磨石与木材接触面积减少，磨木单位压力增加，并使纤维从磨木区排出，避免过度复磨。磨石齿型，槽宽与齿面宽之比对纤维长度和游离度起着主要控制作用。

刻石之后产量提高、电耗降低。经过一段时间运行，产量下降、电耗上升，并产生较低的游离度和较高的耐破度，这时需要再行刻石。不能过分延长刻石周期，因为这对浆的产量和电耗都将起相反作用。每100t浆产量的刻石次数，一般低于1次，最少的为0.1次，最多的为2次。有关刻石详见本节第58页。

增加磨木压力，浆的产量提高，磨木机输入功率增加而单位电耗下降，与此同时，浆的游离度增加，强度下降和纤维束含量增加。磨木压力一般控制在一个较窄的范围，并受电动机可利用

的功率限制。

增加磨木温度（在恒定的浓度下），磨木产量增加，电耗下降，并且浆的游离度和强度提高。在一封闭系统中，白水温度在约 70°C 以内，每升高 6°C 可以节约动力2~3%。Klemm曾指出对干的木材，温度不要超过 77°C ，对过老的木材，不要超过 60°C 。

浆坑浓度一般在1.0~3.5%。如浓度超过4%，电耗上升、产量下降。

磨石线速度，喷水、浆坑温度和浓度，浸浆深度，负荷和压力等磨木机其他可变因素，详见本节第95页。

(二) 木材

1. 材种

在1920年前机械法制浆用的木材普遍使用北方云杉，以后由于新闻纸需求急剧增长，进而研究开发利用南方松木和阔叶木材种。生产松木磨木浆制包装纸开始于1930年。在美国南部工业化生产松木磨木浆制新闻纸开始于1940年。我国50年代开始掺用少量白杨磨木浆制新闻纸，70年代采用加烧碱和亚硫酸钠磨浆使掺用比例提高。

(1) 针叶木

北方常用的磨木材种主要有云杉、香脂冷杉、铁杉，加拿大短叶松和白松等，其中以云杉用得最多；南方常用的有美国南方松（主要有火炬松、湿地松、短叶松、长叶松等品种，其中以火炬松分布最广，数量最多）和我国马尾松，云南松等。美国南方松与我国马尾松在材质上相类似。

南方松与北方云杉材质上的主要差异：

① 南方松的春材纤维壁薄和柔软，与云杉类似，但秋材纤维壁厚和挺硬，而且秋材纤维的比例比春材纤维高。

② 南方松的树脂含量较高。

③ 南方松易受蓝变真菌的侵袭，在南方潮湿炎热的气候下

尤为严重。

表 7-2-32 为云杉和南方松秋材率, 纤维壁厚度, 纤维粗细度及相对密度等比较。

表 7-2-33 为若干北方和南方针叶树品种的秋材管胞以硫酸盐法制浆所得纤维的测定。

木材的相对密度与生产成本关系很大, 因为木材系以体积计费的, 使用相对密度大的木材, 成本降低。木材相对密度与磨木浆得率关系见表 7-2-34。但相对密度较低的木材通常生产纤维细长, 强度好的优质磨木浆。相对密度的大小与秋材对春材比例

表 7-2-32 云杉和南方松秋材率、纤维壁厚
度、纤维粗细度及相对密度的比较

树 种	相对密度	秋材率(%)	纤维壁厚度(μm)		纤维粗细度 (mg/100m)
			春 材	秋 材	
云杉	0.40~0.48	20~40	3~4	6~7	14~19
南方松	0.52~0.62	51~65	2~5	8~11	20~30

表 7-2-33 若干北方和南方针叶木的夏材管胞以硫酸
盐法制浆所得纤维的测定

材 种	纤维长(mm)	纤维直径(μm)	每克纤维中3mm纤维 ×10 ⁻⁶ 数
云杉	3.26	30	2.84
香脂冷杉	3.15	32	2.82
加拿大短叶松	3.10	28	2.84
火炬松	3.67	36	1.87
长叶松	3.59	34	1.77
短叶松	4.23	36	1.71

注: 表示纤维的粗大情况, 其数字为TAPPI建议方法T234 Su67所得的倒数,

表 7-2-34 木材相对密度与磨木浆得率的关系

树 种	木材相对密度	筛浆得率(kg/m ³)
火炬松	0.49	482
短叶松	0.46	457
加拿大白杨	0.44	433
杨木	0.43	413
加拿大短叶松	0.41	401
东部云杉	0.40	392
云杉	0.38	381
香脂冷杉	0.34	329

密切相关, 秋材纤维比例大的木材, 相对密度也大。因此, 理想的是要根据最终产品要求, 选择合适的尽可能结实的木材品种。

有好几个因素诸如树龄, 材茎部位, 生长速度和地理位置等会影响秋材含量和木材相对密度。对火炬松的研究表明: 春材比例以容积计 5 年生的为年生长总数的 75%, 10 年生为 66%, 15 年生为 60%, 已公布的其他类似数据都证实 10 年以后的秋材纤维壁厚度明显增加。因此, 要采用幼龄和快速生长木材供生产高质量磨木浆之用。树龄和木材相对密度对磨木效果的影响见表 7-2-35。

云杉心材色淡, 几乎与边材不易区别, 松木、铁杉和冷杉的心材发暗, 产生白度较低的浆, 但若使用幼龄木材影响就较少。

南方松和马尾松的树脂含量一般比云杉高一倍以上, 因此, 有效地控制树脂是用南方松或马尾松生产磨木浆的重要环节。现在用南方松、马尾松磨木的南方新闻纸厂普遍采用在磨石面上喷入明矾和氢氧化钠溶液, 控制树脂与纤维的凝聚, 取得良好效果。磨木机喷水管用水中明矾加入量 6.75~11.5kg/t 浆, 氢氧化钠用量 2.25~4.5kg/t 浆, pH 控制在 4.8~6.0。

表 7-2-35 树龄和木材相对密度对磨木效果的影响

树 种	树 龄	相对密度	木耗* (m ³ /t 浆)	能耗 (kWh/ t浆)	耐破指数 (kPa· m ² /g)	撕裂指数 (mN· m ² /g)	白度(%)
辐射松	幼树	0.36	2.9	1400	1.40	5.40	62
	成熟树	0.43	2.5	1330	1.15	4.30	58

* 木耗估算, 按木材相对密度 0.43 的吨浆木耗 2.5m³, 推算出当木材相对密度为 0.36 时, 其吨浆木耗为 2.9m³。

南方松和马尾松都容易发生蓝变, 蓝变对木材强度没有影响, 磨木电耗也相同, 但蓝变超过 20% 的木材、浆的白度明显下降, 减少蓝变的最有效方法是缩短存放时间和湿态贮存木材。工厂实践表明, 使用的木材愈新鲜, 浆的白度愈好。美国南方各厂要求夏季原木贮存时间不超过两星期, 冬季不超过四星期。湿态贮木是将木材贮存在水池中或往木垛上喷水, 使木材水份含量超过蓝变真菌繁殖的范围, 以制止蓝变的发展。

北方云杉纤维壁较薄, 磨浆电耗较低, 而浆的强度高。辐射松在许多方面与云杉相类似。南方松和马尾松纤维壁较厚, 磨浆电耗较高, 纤维结合力较差。

(2) 阔叶木

北方常用杨木, 南方常用桉木。

杨木有青杨和白杨两种, 青杨的相对密度和硬度均与白松类似, 但纤维长度只有白松的一半。而且色泽灰黑的心材约占一半, 因此青杨磨木浆质量不如白松浆, 白度也比白松浆低 5% 左右。白杨色泽最好, 但纤维最短, 相对密度比白松, 青杨都大 10% 左右, 材质最硬, 若采用传统工艺磨浆, 必须加大磨碎压力, 致使浆的纤维粗短, 强度低, 纤维束含量高, 成纸纤维结合力差, 造成印刷掉毛糊板, 因此要通过化学处理来提高磨浆质量。

白杨、青杨和白松的抽出物组份、相对密度、硬度和纤维长

度等, 见表 7-2-36 及表 7-2-37。

表 7-2-36 白杨、青杨和白松的抽出物组份和相对密度

	青 杨			白 杨			白松
	1	2	3	1	2	3	
径级(cm)	50.0	30.0	20.0	40.0	26.0	16.0	20~30
采试水份(%)	57.60	43.4	28.8	43.4	43.4	41.2	47.1
试验水份(%)	10.66	10.77	10.85	10.88	10.43	10.99	
热水抽生物(%)	2.87	2.88	3.81	4.03	4.35	3.57	2.53
1%NaOH抽生物(%)	23.69	25.75	22.54	22.05	24.31	21.74	18.54
苯醇抽生物(%)	2.47	4.88	3.40	3.45	4.59	3.42	2.90
相对密度	0.3508	0.3296	0.3309	0.3700	0.3831	0.4176	0.3360

表 7-2-37 白杨、青杨和白松纤维形态和木材硬度

	纤维长度(mm)			纤维幅宽(mm)			长宽比	木材硬度 (kg/ cm ²)
	最长	最短	平均	最大	最小	平均		
白杨	1.57	0.417	1.040	0.0266	0.010	0.021	49.5	0.85
青杨	1.92	0.520	1.270	0.0317	0.013	0.025	50.8	0.72
白松	3.20	1.450	2.480			0.030	81.7	0.66

桉属中兰桉、赤桉、柳桉、巨桉和柠檬桉等品种属光皮类, 每年自然脱皮一、二次、基本上没有树皮, 原木处理方便。桉木的纤维形态相对密度、化学成份及其与松木的比较见表 7-2-38~40。用传统方法生产的桉木磨木浆质量较差, 桉木段喷碱法和桉木段冷碱预浸渍法生产的磨木浆, 强度明显提高。

2. 木材水份

木材水份与磨浆质量关系密切。木材水份高, 磨浆质量好。木材水份至少应保持在 40% 以上, 浆的大多数性能可以保持稳

表 7-2-38

桉木纤维形态与相对密度

树 种	相对密度	纤维宽 (μm)	胞腔宽 (μm)	2 \times 纤维壁 厚*(μm)	柔性系数	壁腔比
剥桉	0.307	16.8	11.6	5.2	69	0.45
王桉B	0.426	13.6	8.5	5.1	62	0.60
巨桉	0.444	14.8	9.2	5.6	62	0.61
王桉A	0.463	14.3	9.6	4.7	67	0.49
弹丸桉	0.530	18.1	10.1	8.1	56	0.80
异色桉	0.560	16.5	8.8	7.7	53	0.88
美叶桉	0.618	17.6	7.5	10.1	43	1.35
康西登桉	0.695	14.7	6.7	8.0	46	1.19
海岛桉	0.763	15.5	4.5	11.0	29	2.44
四齿桉	0.813	14.7	3.8	10.9	26	2.87
朱药桉	0.881	18.0	5.4	12.6	30	2.33

*: 2 \times 纤维壁厚(μm)系由纤维宽(μm)与胞腔宽(μm)相减而得出的近似值, 从而计算出壁腔比的近似值。

表 7-2-39

桉木纤维形态与松木比较

		松木	兰桉	赤桉	需林 一号桉	窿缘桉	柠檬桉
纤维长度(mm)	最长	3.3	1.50	1.50			
	最短	1.3	0.32	0.30			
	平均	2.1	1.05	0.85	0.74	0.69	0.87
纤维宽度(μm)	最大	78.0	28.0	25.0			
	最小	24.0	10.5	10.0			
	平均	36.9	19.6	16.0	14.43	15.0	15.53
长宽比		56.9	55.0	53.1	51.3	46.0	56.0
单胞壁厚(μm)		5.4	4.2	4.2	3.2	3.0	2.6
胞壁百分比(%)			44	52			

表 7-2-40

桉木化学成分与松木比较

	松木	兰桉	赤桉	需林 一号桉	窿缘桉	柠檬桉
抽出物1% NaOH	12.38	12.82	16.14	12.61	15.69	14.24
热水		2.91	5.94	3.69	5.87	3.22
凉水		2.62	4.37	2.25	3.40	1.38
苯醇	1.63	1.40	3.39	1.90	2.46	2.39
乙醚		0.42	0.47			
综纤维素	67.51	79.47	70.42	77.95	71.36	79.95
木素	24.79	21.24	28.70	26.53	28.16	26.53
聚戊糖	8.32	20.62	16.35	18.55	16.33	18.55
灰份	0.25	0.48	0.52	0.35	0.18	0.35

定。使用水份低的干木材, 浆的强度明显下降。

(三) 针叶木磨木方法的比较

正常针叶木常压磨木在北美的一些典型磨木条件和性能见表7-2-41, 我国不同材种常压磨木浆生产条件和质量见表7-2-42, 北方黑云杉与南方南方松供新闻纸用磨木浆质量的比较见表7-2-43。

压力磨木生产出纤维较长和强度较好的浆, 不同材种压力磨木和常压磨木的比较见表7-2-44及7-2-45。最近在压力磨木基础上发展的超压力磨木质量更好, 见表7-2-46、7-2-47及7-2-48。供低定量涂布纸用的压力磨木浆与热磨机械浆的比较见表7-2-49。未筛压力磨木浆、超压磨木浆和热磨机械浆在112mlcsf时的比较见表7-2-50。

温控磨木生产的浆, 强度介于常压磨木和压力磨木之间, 见表7-2-51。

用磨木机磨木片, 磨出纤维很细的浆, 见表7-2-52。

表 7-2-41

北美针叶木典型

材 种	木材密度 ⁽¹⁾ (g/cm ³)	磨石 表面 状况	磨石上木 材压力 (N/cm ²)	每吨绝干 木材电耗 (kWh)	游 离 度 SR (mL)	csf (mL)
洋松(美国松)	0.42	尖锐	17	931	—	110
冷杉						
落基山冷杉	0.38	钝	21	967	330	80
香脂冷杉	0.34	尖锐	14	823	497	—
亚利桑那冷杉	0.30	中等尖锐	18	1271	405	115
白冷杉	0.38	尖锐	14	949	423	170
铁杉						
东部铁杉	0.38	更钝	18	1146	—	—
西部铁杉	0.40	更钝	15	895	322	—
落叶松, 东部 (美洲落叶松)	0.50	钝	28	1038	—	40
松东部白松	0.30	尖锐	14	1020	373	110
加拿大短叶松	0.40	中等尖锐	20	1164	313	83
扭叶松(新采伐)	0.38	中等尖锐	14	1253	290	—
(甲虫致死)	0.40	中等尖锐	14	1253	278	—
西黄松	0.39	中等尖锐	14	1271	—	115
沙松	0.46	中等尖锐	15	1468	—	91
南方松 ⁽⁴⁾	0.46	更钝	22	1414	300	—
西部白松(健全的)	0.34	中等尖锐	21	1253	270	75
(树干枯萎的)	0.34	中等尖锐	21	1181	255	60
云杉						
黑云杉	0.40	尖锐	14	931	345	—
Engeman(新采伐)	0.35	钝	28	1271	305	—
(甲虫致死)	0.30	中等尖锐	14	1414	420	130
锡特卡云杉	0.39	尖锐	18	1378	250	45
白云杉	0.38	中等尖锐	18	895	460	—
白柏, 北部	0.30	钝	19	1307	—	95

注: (1) 按绝干重和湿材容积计算。在同一种类中数值可能有很大变化, 此系典

(2) 按风干计算。

(3) 磨木浆中混有25%亚硫酸盐浆和2%白土。

(4) 具有代表性的4个主要品种, 火炬松, 湿地松, 长叶松, 和短叶松, 树龄

磨木条件和性能

筛分析(%)	耐破 指数	撕裂 指数	抗张强度 ⁽²⁾ (N/cm ²)	裂断长 (m)	白 (lvs parts blue) (%)	亮 (G. E. (%))	度 当量
保留在 24目上	通过 150目						
4.5	46.4	1.0	4.0	—	2500	—	31
8.6	45.0	1.4	4.9	132.3	3400	—	55
9.4	44.6	1.4	3.7	1130	3050	65	—
19.8	36.0	1.3	5.8	1047	3110	—	59
22.5	36.3	1.2	6.9	929	2610	—	55
—	—	1.5	—	182 ⁽³⁾	—	—	—
4.3	54.5	1.2	4.8	987	—	—	50
5.5	49.0	1.1	5.1	—	3230	—	42
16.1	49.2	1.1	4.2	991	2730	—	56
8.5	45.5	1.2	4.7	898	2750	—	56
11.1	47.5	1.5	5.0	1122	2890	—	60
9.1	53.9	1.4	4.3	1101	2840	—	54
11.9	30.8	1.3	5.5	—	3080	—	58
5.0	61.0	1.1	4.7	—	1830	61	—
7.0	55.8	1.3	4.6	826	—	66	—
13.7	56.2	2.1	5.6	1792	4400	—	5
12.8	42.2	1.7	6.0	1348	3560	—	59
2.9	47.4	1.7	4.0	1194	3650	65	5
13.8	44.8	2.4	6.5	1953	4960	—	56
13.0	38.8	1.9	5.0	1519	4060	—	56
25.8	40.8	2.2	8.5	1420	3710	—	59
12.7	34.5	1.9	7.2	1348	3530	—	60
9.7	47.9	1.5	4.8	—	3280	—	36

型数值。

小于35年, 生长率小于每吋10圈。

表 7-2-42

我国磨木浆生产条件和质量

材 种	木材密度 (g/cm ³)	磨木机 型 式	磨石	刻石刀	白水温度 (°C)	浆坑温度 (°C)	浆坑浓度 (%)	浸浆深度 (mm)	电 耗 (kWh/t)	游高度 (SR)	裂断长 (m)	撕裂度 (mN)	白度
冷杉、云杉(过熟)	0.32	双链式	石英砂 水泥磨石	8目30°	60以上	70以上	1.5~ 2.5	50~30	1800	70~ 77	2700	—	—
白松(50~60%)	0.34/	单链	同上	10目	68~72	78~89	1.4~ 2.0	30~50	1200	66~ 72	2400	300	54
杨木(40~50%)	0.36	式		28°									
马尾松	0.45	双链式	同上	8目25°	72~68	78~86	0.8~ 1.5	50~ 160	1649~ 1723	81	2420	379	44.1
同上	0.45	单链式	同上	6目20°	65~75	70~80	1.8~ 2.5	30~ 50	1600~ 1800	70~80	2500~ 3200	—	44~46
同上	0.45	卡米 尔双 袋式	碳化硅 陶瓷磨石	4目25°	55~60	75~78	1.7~ 2.3	80	1650~ 1850	75~78	2000~ 2200	—	47~49
同上	0.45	环式	同上	2目25°	55~60	70~75	1.2~ 1.5	150~ 260	1450~ 1650	73~74	1600~ 1800	—	44~45
同上	0.45	双链式	同上	4目25°	55~60	80	2.0~ 2.5	100~ 150	1750~ 1900	68~72	2300~ 2450	—	44~45

磨石规格表

磨石	规格	重量
石英砂	8目30°	0.1
水泥磨石	10目	0.2
碳化硅	4目25°	0.3
陶瓷磨石	2目25°	0.4
环式	4目25°	0.5

表 7-2-43 北方和南方供新闻纸用磨石磨木浆的比较

	北方黑云杉	南方 松
游高度	72	48
耐破因子	17.6	11.6
撕裂因子	36	25
抗张强度	4009	2712
伸长率(%)	1.55	1.29
白度	64.0	61.9
不透明度	94.2	92.9
筛分析		
+28	11.0	3.3
48	18.7	12.2
100	20.3	21.1
200	13.4	14.7
-200	36.6	48.7
滤水时间	27.6	51.8

表 7-2-44

不同材种压力磨木浆和常压磨木浆比较

材种产地	浆种	磨石型号	浆坑浆CSF	电耗(MW _h /t)	撕裂指数(mN·m ² /g)	抗张指数(Nm/g)	耐破指数(kPam ² /g)	光散射系数(m ² /kg)	湿纸最初(25%)	
									强度(N/m)	伸长率(%)
云杉(<i>Picea abies</i>) 芬兰	PGW	A	100	1.38	4.8	32	1.55	68.0	109	6.7
	GW	A	100	1.38	3.6	27	1.10	68.0	76	5.9
云杉(<i>Picea excelsa</i>) 欧洲大陆	PGW	A	100	1.20	4.3	30	1.39	66.7	79	5.8
	GW	A	100	1.21	3.1	22	0.84	68.8	60	5.5
松木(<i>Pinus silveriris</i>) 欧洲大陆	PGW	A	70	1.47	4.1	26	1.22	68.0	—	—
	GW	A	70	1.36	2.7	18	0.63	69.5	—	—
火炬松(<i>Pinus taeda</i>) 北美	PGW	S	80	1.61	3.1	20	0.79	65.6	76	5.9
	GW	S	80	1.41	2.0	16	0.49	68.7	39	3.9
辐射松(<i>Pinus radiata</i>) 大洋洲	PGW	S	90	1.70	5.3	31	1.47	62.0	119	4.6
	GW	S	90	1.79	4.0	26	1.08	63.6	82	4.4
西黄松(<i>Pinus ponderosa</i>) 大洋洲	PGW	A	100	1.23	3.5	19	—	73.6	76	6.3
	GW	A	100	1.25	2.4	16	—	70.8	49	5.7
杨木 北美和前苏联	PGW	A	100	1.35	2.6	20	0.67	75.5	51	6.0
	GW	A	100	1.55	2.1	18	0.53	78.6	42	5.0

注: 磨石型号A=Norton A601N7VG

S=Norton 37C6017VG

表 7-2-45 马尾松压力磨木浆与常压磨木浆(实验室)比较

磨木条件	马尾松 GW/O				马尾松 PGW/250			
	70	70	70	70	105	105	105	105
喷水温度(℃)	70	70	70	70	105	105	105	105
磨木速度(mm/s)	0.62	0.58	0.42	0.32	0.57	0.47	0.42	0.34
产量(kg/h)	10.5	9.2	7.2	5.4	9.9	8.2	7.2	6.5
单位能耗(MW·h/t)	1.16	1.43	1.62	1.95	1.27	1.44	1.78	1.91
浆性质	81	62	55	51	76	69	58	54
游离度(mL)	81	62	55	51	76	69	58	54
MCNett+28(%)	8.5	8.4	6.8	4.9	21.7	22.6	21.2	20.2
MCNett-200(%)	37.5	40.7	45.2	50.6	32.0	32.4	36.0	37.4
纤维束(%)	0.28	0.29	0.29	0.34	0.26	0.23	0.23	0.24
纤维长度FS200(mm)	0.57	0.54	0.54	0.48	0.80	0.85	0.83	0.81
白度ISO(%)	—	58.7	—	—	—	59.1	—	—
手抄纸性质(52g/m ²)	20.3	23.5	23.3	23.1	27.7	28.0	28.1	29.2
抗张指数(Nm/g)	2.14	2.26	2.24	1.95	3.62	3.66	3.37	3.70
撕裂指数(mN·m ² /g)	2.14	2.26	2.24	1.95	3.62	3.66	3.37	3.70
弹性模数(N/mm ²)	990	1060	1130	1180	1030	960	1030	1230
白度(%)	56.0	55.3	52.7	51.3	55.3	56.2	53.3	53.5
散光系数(m ² /kg)	62.2	65.7	66.2	57.8	67.8	65.3	66.2	66.5
透气度(S)	14	24	27	35	25	26	34	40

表 7-2-46

常压、压力和超压力磨木条件比较

浆 种	代 号	喷水温度(℃)	超压力(kPa)
常压磨木浆	GW	75	0
压力磨木浆	PGW	105	250
超压力磨木浆	PGW-S	140	450

表 7-2-47 常压、压力和超压磨木浆坑浆质量的比较

	GW	PGW	PGW-S
CSF	90	90	90
R+28	20.2	29.3	37.4
R+200	46.6	40.8	34.4
R-200	33.2	29.9	28.2
湿强度	110	145	175
紧度	350	340	340
抗张指数	27.4	31.5	34.3
撕裂指数	4.0	5.2	5.8
耐破指数	1.3	1.7	2.0
Scott结合力	157	165	172
光散射系数	62.0	61.5	60.0
白度	64.5	63.0	60.0

材种: 芬兰/云杉

磨石: 38A60 38A80

表 7-2-48 马尾松超压磨木浆与芬兰云杉压力磨木浆

(实验室)的比较

	马尾松		PGW-S/450		芬兰云杉 PGW/250			
磨木条件	135	135	135	135	105	105	105	105
喷水温度(℃)	135	135	135	135	105	105	105	105
磨木速度(mm/s)	0.53	0.40	0.35	0.29	0.80	0.66	0.51	0.41
产量(kg/h)	9.5	7.0	6.1	4.9	12.4	10.0	8.0	6.2
单位电耗(MWh/t)	1.22	1.35	1.64	2.05	1.14	1.36	1.71	1.91
浆性质	75	74	72	56	76	67	48	40
游离度(mL)	30.9	32.0	29.0	28.9	28.3	32.0	28.4	31.0
MCNett+28(%)	29.7	29.7	31.5	34.3	28.5	28.1	31.3	30.9
MCNett-200(%)	0.40	0.41	0.46	0.38	0.38	0.44	0.40	0.39
纤维束(%)	1.06	0.99	1.06	1.05	0.92	0.955	0.94	0.98
纤维长度FS200(mm)	—	55.2	—	—	—	66.2	—	—
白度 ISO(%)	28.9	30.7	29.0	33.9	36.3	41.4	41.4	45.3
手抄纸性质(52g/m ²)	4.60	4.56	4.63	4.51	4.16	4.53	4.38	4.37
抗张指数(Nm/g)	980	1120	1020	1200	1280	1430	1490	1610
撕裂指数(mNm ² /g)	52.2	52.3	51.7	51.6	62.4	64.3	62.4	63.0
弹性模数(N/mm ²)	63.5	61.0	63.4	64.9	67.7	66.7	66.8	67.2
白度(%)	27	31	33	51	53	72	110	150
散光系数(m ² /kg)	27	31	33	51	53	72	110	150
透气度(S)	27	31	33	51	53	72	110	150

表 7-2-49 供低定量涂布纸用压力磨木浆与热磨机械浆的性能比较

CSF	PGW 46	33	TMP 76
Sommerville纤维束筛分仪%			
-0.10mm	0.01	—	—
-0.15mm	—	0.01	0.12
Bauer-McNett纤维筛分器			
+28% (+30%)	19.7	18.7	28.0
+48% (+50%)	21.2	21.1	—
+100%	15.8	18.2	—
+200%	11.0	7.7	45.3
-200%	32.3	34.3	26.7
抗张指数 (Nm/g)	34.6	43.0	32.0
撕裂指数 (mNm ² /g)	3.85	5.70	6.69
耐破指数 (kPa·m ² /g)	2.09	2.09	1.70
光散射系数 (m ² /kg)	73.0	61.6	55.1
电耗 (kW·h/t)	1750	3000	
	有精磨		

注：材种为云杉

表 7-2-50 未筛的PGW、PGW-S和TMP浆在112ml, CSE的比较

	PGW	PGW-S	TMP
CSF (mL)	112	112	112
Somerville-纤维束(%)	2.74	4.25	0.18

续表

	PGW	PGW-S	TMP
BMCN +28 (%)	28.3	32.9	33.4
-200(%)	30.3	28.8	28.1
抗张指数 (Nm/g)	30.1	31.6	29.2
撕裂指数 (mN·m ² /g)	5.1	5.6	6.1
耐破指数 (kPa·m ² /g)	1.7	2.1	2.3
光散射系数 (m ² /kg)	63.0	60.8	54.4
白度 (% ISO)	64.0	59.7	59.4
紧度 (kg/m ³)	350	354	377

注：材种为云杉

表 7-2-51 温控磨木浆质量

浆 种	GW	TGW	PGW
总电耗 (kWh/t)	1470	1560	1580
游离度 (°SR)	65	65	65
长纤维含量 R14+R30 (%)	22	26	30
小纤维含量 -P100 (%)	45	42	37
裂断长 (km)	2.5	2.9	3.2
撕裂指数 (mL/m)	610	740	790
白度 (%)	63	63	60

表 7-2-52

用磨木机磨木片生产的磨木浆与

传统磨石磨木浆比较

	用磨木机磨木片生产的磨木浆	传统磨石磨木浆
材种	松木	云杉/冷杉
电耗(kWh/t)	1300	1100
游离度(CSF)	30	90
裂断长(km)	2.8	3.0
撕裂指数	3.3	4.4
光散射系数	800	760
紧度	0.43	0.39
长纤维含量(%) +24目	3	8
小纤维含量(%) -150目	67	47

(四) 阔叶木常规磨木

密度较小的阔叶木用常规方法可以磨出供新闻纸和其他印刷纸用的浆，但密度较大的硬木生产出的浆细小纤维含量增高，强度降低。见表7-2-53。

(五) 阔叶木磨木过程的化学处理

在磨木过程中通过化学处理的方法来改善磨木浆的性能，已有一百多年的历史。在碱性条件下磨木或用碱液预浸木段，都使浆的强度提高。

在桉属 *E. Regnans* 磨木中，喷入碱液（添加量为 2.7% NaOH 对绝干木材），pH 保持 9，在负荷不变的情况下，产量增加 37%，能耗降低 25%，同时浆的性能得到改善。在同样条件下，

用硫酸酸化至 pH 2.5，然后再洗涤，白度可达 66% G·E，洗涤后的浆调节 pH 至 4.0 贮存备用。用 62% 这种浆，配 18% 辐射松半漂硫酸盐浆和 20% 桉木半漂冷碱浆生产新闻纸。桉属 *E. Regnans* 在通常酸性条件下磨木和在碱性条件下磨木产出浆的质量比较见表 7-2-54。

桉木（15~60年生）木段在磨木前用碱液压力预浸渍能生产出较喷碱液磨木质量更好的磨木浆。浸渍压力达到 4.2MPa 后完成，不再继续保持压力。浆强度的提高，取决于吸收碱的数量和磨木耗电量。浸渍后木段贮存 10 天以内，浆的强度不损失，但白度下降。在同等浸渍条件下，干的木材往往吸收较多碱液生产出较高强度的浆。表 7-2-55 及表 7-2-56 是一些材种用碱液压力预浸木段与喷碱磨木的比较，从中可以看出碱液压力预浸木段的明显作用。

用碱液压力预浸桉木的磨木浆 15%，代替喷碱桉木磨木浆，改善了纸机的运转性能提高了纸的干强度。用碱液压力预浸桉木段磨木浆的不透明度为 94~96%，而喷碱桉木磨木浆为 96~98%。

磨白杨时喷入碱液，同样能提高浆的强度，并随着 NaOH 用量的增加而提高。在 NaOH 用量达到 4% 时，磨木浆裂断长达到 4050m，撕裂度也显著提高，但白度明显下降 10%，见表 7-2-57。磨白杨时也只加入亚硫酸钠溶液，随着加入量的增加，磨木浆强度只略有提高，裂断长仅增加 600m，但白度明显提高，可增加 5%，见表 7-2-58。综合考虑，既为增加磨木浆强度又改善白度，在满足新闻纸生产需要前提下，尽量减少化学药品用量，降低成本，减轻排污负荷，NaOH 加入量对白杨绝干浆将控制在 2.5~3.0%，Na₂SO₃ 加入量对白杨绝干浆控制在 2.15% 左右较为适宜。

用桉属 *E. Delegatensis* 和 *E. obliqua* 磨出的浆质量较差，得率下降 3~4% 但这种浆经充分洗涤，用 0.67% 连二亚硫酸锌处理，

表 7-2-53

若干北美硬木典型

材种	木材密度 ⁽¹⁾ g/cm ³	磨石表面 状态	磨石上木 材压力 (kg/ cm ²)	电耗 (kW· h/t绝 干木材)	游离度	
					SR (mL)	CFS (mL)
低比重材种						
红桉木	0.38	钝	1.40	1736	—	65
杨木(guaking)	0.35	更钝	1.75	1378	435	140
三角叶杨, 东部	0.37	更钝	2.10	1217	430	—
黑柳	0.38	更钝	2.10	1199	325	—
黄杨	0.40	更钝	1.40	1486	433	120
较高比重材种						
洋白蜡树	0.54	更钝	2.10	1146	352	—
美国白蜡树	0.54	更钝	2.10	913	483	—
美国大叶山毛榉	0.51	中等尖锐	1.40	1217	343	140
纸皮桦(北美白桦)	0.54	更钝	2.10	1199	475	—
黄桦	0.54	中等尖锐	1.40	1217	348	125
美洲榆	0.48	更钝	2.10	1396	252	—
红槭	0.51	中等尖锐	1.40	1360	270	137
糖槭	0.51	更钝	2.45	1343	355	70
美洲朴	0.48	更钝	2.10	1486	273	—
胶皮枫香树	0.48	钝	1.54	1235	420	95
酸橡皮树	0.50	钝	2.10	1343	345	50

注: (1) 按绝干重和湿材容积计算。在同一种类中数值可能有很大变化, 此系典型数值。
(2) 按风干计算。

的磨木条件和性能

筛分析 (%)		耐破指数	撕裂指数	抗张强度 ⁽²⁾ (kg/ cm ²)	裂断长 (m)	白度 (Ivespa- risblue) (%)	亮度 (G. E) (%)
保留在24目	通过150目						
0.6	54.1	0.6	3.0	58.5	1940	—	42
1.7	40.1	1.2	4.0	78.5	2220	—	59
1.3	48.9	1.0	3.4	76.3	2240	64	—
1.5	54.0	1.2	3.8	86.1	2550	44	—
0.7	46.1	0.8	3.4	60.9	1760	—	63
0	74.8	0.7	2.2	50.1	1700	72	—
0	62.8	0.5	2.6	71.3	1370	—	62
0	86.0	0.2	0.7	36.1	855	—	46
0.1	62.4	0.4	2.0	37.0	1060	—	52
0.2	81.8	0.4	0.9	43.3	1265	—	48
0.1	72.8	0.9	3.2	65.8	2000	52	—
0	77.8	0.6	1.6	69.4	1900	—	50
0.1	59.7	0.7	2.6	63.7	1545	—	48
0.2	72.0	0.8	2.6	63.4	2100	69	—
0.1	57.5	0.4	2.3	18.9	580	—	49
0.1	62.3	0.7	2.8	44.1	1330	—	67

型数值。

表 7-2-54 桉属E. Regnans在酸性和碱性条件下磨出的
浆的质量比较

	酸性条件下磨木磨木浆	碱性条件下磨木磨木浆
N.OH (%)	—	2.37
电耗(kW·h/t)	1452	1269
游离度(csf)	141	148
耐破指数	0.83	1.01
撕裂指数	2.11	2.45
松厚度	2.79	2.75
裂断长	1850	2230
白度(%)	56.2	60.3

表 7-2-55 碱液压力预浸木段对磨木浆质量的作用

材 种	桉属 E. regn- ans	桉属 E. obliq- ua	桉属 E. de. eg- atensis	桉属 E. amy- gdalina	桉属 E. john- stonii	银荆(又名澳洲白 色金合欢) Acacia dealbata
碱液压力预浸木段磨木浆						
树龄	35	30	32	35	200	32
N.OH吸收(%)	3.22	2.77	3.24	2.98	2.6	3.4
电耗(kW·h/绝干t)	1056	1056	1056	880	1056	1056
游离度(csf)	150	30	55	25	55	49
耐破指数	1.55	1.30	1.35	0.88	1.26	2.10
撕裂指数	3.55	2.45	2.60	1.66	2.50	3.60
湿纸强度	35	28.5	29.5	21.5	26.6	33.2

续表

材 种	桉属 E. regn- ars	桉属 E. obliq- ua	桉属 E. deley- ate sis	桉属 E. amy- gdalina	桉属 E. john- stonii	银荆(又名澳洲白 色金合欢) Acacia dealbata
电耗(kW·h /绝干t)	1028	996	1133	1072	1132	1250
游离度(CSF)	84	66	68	104	60	139
耐破指数	0.61	0.57	0.81	0.48	0.78	1.03
撕裂指数	1.56	0.97	1.40	0.91	1.52	1.80
湿纸强度	19.1	17.2	19.8	15.2	18.7	15.0

表 7-2-56 桉木碱液压力预浸木段磨木浆(用碱3.5%NaOH
对绝干木材)与喷碱磨木浆(用碱2.7~3%NaOH对绝干木材)
的质量比较

材种: 王桉	电耗 (kW·h/t)	耐破 因子	撕裂 因子	湿 强 (g)	纸 度 (mL)	游离度 (%)	白度 (%)	滤水速 度(S)
喷碱法	1306	7.0	13.0	17.8	72	69.3	14.6	
碱液压力 预浸木段	在电耗相同情况	1306	14.0	28.5	31.5	30	63.1	17
	在游离度相同情况	1002	12.0	23.5	27.0	72	63.1	8
材种: 巨桉	电耗 (kW·h/t)	耐破 因子	撕裂 因子	湿 强 (g)	纸 度 (mL)	游离度 (%)	白度 (%)	滤水速 度(S)
喷碱法	1790	8.1	14.0	19.7	68	61.5	20	
碱液压力 预浸木段	在电耗相同情况	1790	20.0	33.0	43	20	62.2	60
	在游离度相同情况	895	13.0	24.5	27	68	62.2	19

表 7-2-57 不同NaOH添加量对白杨磨木浆质量影响

添加NaOH 量对白杨绝干 浆(%)	滤水度 (SR°)	磨碎浓度 (%)	磨木量 (m³/h)	成浆裂断长 (m)	撕裂度 (g)	白度 (%)
0	76	2.3	1.18	1760	21.3	54.0
1.0	78	2.3	1.20	2370	27.8	48.4
1.5	76	2.2	1.14	2570	30.1	47.1
2.0	76	2.4	1.16	2890	30.9	46.7
4.0	74	2.2	1.18	4050	31.5	44.2

表 7-2-58 不同Na₂SO₃添加量对白杨磨木浆质量影响

添加Na ₂ SO ₃ 量对白杨绝干 浆(%)	滤水度 (SR°)	磨碎浓度 (%)	磨木量 (m³/h)	成浆裂断长 (m)	撕裂度 (g)	白度 (%)
0	65	2.3	1.22	1480	18.0	54
2.5	66	2.2	1.21	1680	20.2	57.8
4.0	64	2.4	1.24	1960	21.2	58.4
6.0	68	2.3	1.18	2060	21.6	59.2

八、褐色磨木浆

褐色磨木浆与白色磨木浆不同之处在于木段在磨木之前先经汽蒸。木段汽蒸后，结构松软，容易磨碎，磨得的浆料，纤维细长，滤水性能好，强度高，但带有黄褐色，适用于生产包装纸和强度高的工业纸板和其它纸板。

汽蒸木段的直径要求不大于200mm。木段装在若干节铁车上，用卷扬机推入卧式汽蒸缸。该缸衬有不锈钢板，直径2170

mm，长1700mm，容积43m³。木段汽蒸和碱液浸渍作业见表7-2-59。木段汽蒸损失率约7~9%。

褐色磨木浆磨木条件和质量见表7-2-60。

表 7-2-59 木段汽蒸作业

项 目	压力(kPa)	时间(时:分)
装缸	—	0:30
第一次通汽	0→392	0:40
小放汽	392→0	0:10
第二次通汽	0→588	0:40
保压	588	4:30(冬季5:00)
大放汽	588→0	0:30
碱液浸渍*	—	1:00
出缸	—	0:40
全程	—	8:40(冬季9:10)

* 注：碱液浸渍用N₂CO₃，溶液浓度1.2~1.5%，95℃，N₂CO₃用量5~7kg/m³原木。

表 7-2-60 褐色磨木浆磨木条件和质量(磨木机型式：单链式)

原料			
白松(%)	60	50	—
杨木或落叶松、桦木(%)	40	50	—
马尾松(%)	—	—	100
刻石刀			
用水泥磨石时(目)	8	8	8
用陶瓷磨石时(目)	6	6	—

续表

原料			
刻石周期			
用水泥磨石时(h)	3~4	3~4	
用陶瓷磨石时(d)	6~8	6~8	
磨木条件			
白水温度(℃)	50~55	50~55	50~55
浆坑温度(℃)	60~65	60~65	60~65
浆坑浓度(%)	2.3~2.8	2.3~2.8	1.8~2.3
刻石浸浆深度(mm)	50~70	50~70	70~90
浆的质量			
打浆度(°SR)	49~54	45~50	40~50
裂断长(m)	2600	2200	2000
耐折度(往复,次)	15	10	—
电耗(kW·h/t浆)	1200	1200	1200

(为数据,友)

转原

	03	03	(美)得成
白色磨木浆与白蜡浆浆不同之处在于(1)以磨木浆和蜡浆为原料,经汽蒸、水浸、汽蒸、干燥、松解、容易磨碎,磨得的浆(纸)强度高,长,浆水性能好,强度高,但带有黄褐色,适用于生产包装纸和强度高的工业用纸和某些纸浆。			
(2)其木段的直径要求不大于20mm,长度(1)制浆时用电机,用蒸汽机作为动力汽蒸,该浆纸有(2)制浆时用电机			